
Digitized by Google

LEHRBUCH

DER

GEOLOGIE

UND

PETREFACTENKUNDE.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

LEHRBUCH

DER

GEOLOGIE

UND

PETREFACTENKUNDE.

ZUM GEBRAUCHE BEI

VORLESUNGEN UND ZUM SELBSTUNTERRICHTE

VON

CARL VOGT.

IN ZWEI BÄNDEN.

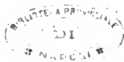
ERSTER BAND.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN
UND ZWEI KUPFERTAFELN.

DRITTE
VERMEHRTE UND GÄNZLICH UMGEARBEITETE AUFLAGE.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1866.





VORREDE ZUR ERSTEN AUFLAGE.

Die Geologie hat in den letzten Jahrzehnden erstaunliche Fortschritte gemacht. Wenn früher die Liebe zum Wunderbaren einlud zum Sammeln der fossilen Körper, welche sich in den Schichten der Erde finden, und man sich begnügte, etwas Seltsames zu besitzen; wenn die verschiedene Bildung der Bergketten, Hügel und Thäler in älteren Zeiten nur zu Speculationen und Träumereien aufforderte: — so ist jetzt eine Periode eingetreten, in welcher man an der Hand der Erfahrung zuvörderst das Studium der durch die Natur gebotenen Thatsachen beginnt, ehe man über das Wesen und die Ursache der Erscheinungen sich auszusprechen wagt. Die Geologie ist eine Erfahrungswissenschaft geworden und wird es fernerhin bleiben; Thatsachen, genaue Beobachtungen müssen ihre Grundlage bilden, und wo diese in hinreichender Menge vorhanden sind, da hat sich auch stets die Theorie ungezwungen von selbst ergeben und unbestrittene Geltung erreicht. Viele Streitpunkte sind auf diese Art entschieden worden; andere werden ihre Erledigung in derselben Weise finden.

Die vielfachen Berührungspunkte der Geologie mit dem praktischen Leben haben dieser Wissenschaft einen weiteren Kreis von Freunden zugeführt, als vielen der übrigen Naturwissenschaften. Die Schätze, welche wir dem Boden in der Gestalt von Erzen, Kohlen, Salz u. s. w. abgewinnen, lehrt die Geologie aufsuchen; dem Ingenieur ist sie ebenso unentbehrlich als dem Landwirthe, und so lange der Mensch an den Boden gebunden sein wird, so lange wird auch die Geologie in nächster Beziehung zu ihm stehen, und gar oft als seine sichere Leiterin ihm hülfreichen Beistand leisten.

Nicht bloss die praktische Seite der Geologie aber hat allein das Recht, solche allgemeine Theilnahme sich zuzuschreiben, sondern das allgemeine wissenschaftliche Interesse, welches ihr innewohnt, ihre Näherung an die Lösung von Fragen, welche mit den letzten und höchsten der Philosophie in inniger Beziehung stehen, musste die Aufmerksamkeit Aller in Anspruch nehmen. Das Erscheinen des Menschengeschlechtes auf der Erde, der frühere Zustand unseres Planeten, seine allmälige Entwickelung durch mancherlei Perioden bis zu seiner jetzigen Existenz; die Beziehung der Mythen und Traditionen zu den Katastrophen, welche ihn betroffen, zu den gewaltigen Ereignissen, deren Spuren wir noch heute in die Erdrinde eingegraben sehen; alle diese Fragen erlagen hier einer Untersuchung, welche ungetrübtere Resultate zu versprechen schien, als diejenigen Wege erwarten liessen, welche man bisher zu ihrer Lösung angebahnt hatte.

Die publicistische Thätigkeit hat dem allgemeinen Interesse, welches so vielfach in Anspruch genommen war, entsprochen; — jedes Jahr sieht eine Anzahl neuer Werke erscheinen, welche theils die Geologie im Ganzen, theils einzelne Gegenstände derselben behandeln.

Bei solchem Reichthume der Literatur das Erscheinen eines neuen Buches als durchaus nothwendig und wesentlich geboten erklären zu wollen, kann von Seiten des Verfassers nur als eine Ueberschätzung seiner Talente angesehen werden. Nur die Masse des Publicums kann durch den Antheil, welchen sie einem Werke gewährt, beweisen, dass dasselbe wirklich ein zeitgemässes war; der Verfasser selbst trägt gar zu leicht sein persönliches Bedürfniss auf die Menge über. Ich werde darum nicht unternehmen, das Erscheinen des Buches rechtfertigen zu wollen, wenn ich gleich in der Einrichtung des geologischen Unterrichtes an Realschulen, Gymnasien und Universitäten, in der Verbreitung des Interesses an der Geologie und den Mängeln mancher vorhandenen Lehrbücher eine Menge Gründe finden könnte, diese Beweisführung siegreich durchzusetzen. Ueber diese Punkte möge, wie schon bemerkt, das Publicum selbst Richter sein.

Eine andere Frage ist aber die nach meiner persönlichen Berechtigung zur Unternehmung eines solchen Werkes, nach dem An-

theile, den Andere an derselben genommen haben können und wirklich genommen haben. Hier glaube ich einige Erläuterungen geben zu müssen.

Ich brauche nur den Namen Agassiz zu nennen, um zu zeigen, dass ein jahrelanges, engeres Zusammenleben mit einem der ausgezeichnetsten Paläontologen unserer Zeit nicht ohne Einfluss auf meine Studienrichtung sein konnte. Es ward mir vergönnt, an den Untersuchungen über die fossilen Fische, sowie über die Gletscher und die Findlingsblöcke der Schweiz einigen Antheil zu nehmen, und hierdurch einen Ueberblick über die geologischen Verhältnisse der Schweiz zu gewinnen, welcher durch die häufigen Streifzüge im Jura und den Alpen in Begleitung unserer gemeinschaftlichen Freunde nur gefestigt werden konnte. Während so praktisch der Blick geübt wurde, erhielt die eigene Kenntniss des Allgemeinen manchen Zuwachs durch die mannigfaltigen Discussionen, welchen die oft kühnen Ansichten meines gelehrten Freundes sowohl in engeren als weiteren Kreisen unterworfen wurden. Das Bedürfniss, selbständiges Urtheil in solchen Streitfragen zu besitzen, erregte Nachforschung in freier Natur, wie in der Bibliothek; — die Nothwendigkeit, unvorhergesehenen Angriffen nicht unvorbereitet gegenüber zu stehen, veranlasste stets weiter greifende Untersuchungen. Und wie denn in der Geologie so wenig als in anderen Wissenschaften eine Frage, und sei sie auch noch so gering, isolirt stehen kann, wie sich überall Anknüpfungspunkte finden müssen mit dem grossen Ganzen, welches die Wissenschaft bietet, so mussten auch hier die Fragen über die Gletscher und die erratischen Blöcke, über die Identität der Versteinerungen in verschiedenen Schichten u. s. w. stets Gelegenheit bieten, das Gesammtgebiet der Geologie bis in seine Einzelheiten zu durchforschen.

Die nähere Veranlassung zu der Herausgabe dieses Buches aber gaben die Vorlesungen Herrn Elie de Beaumont's an der Ecole des mines. Der Reichthum der Thatsachen, die consequente Behandlung des Stoffes, die lichte Klarheit der herrschenden Gedanken liessen mir sogleich diese Vorlesungen als ein Musterbild geologischen Unterrichtes erscheinen. Gehäufte Berufsgeschäfte verhinderten den ausgezeichneten Mann, auf eine

gemeinschaftliche von ihm speciell überwachte Herausgabe dieser Vorlesungen einzugehen. Ich sah auch bald, dass eine solche für Deutschland theilweise den Zweck, den ich mir vorstellte, verfehlen würde. Die Vorlesungen an der Bergwerksschule, obgleich öffentlich, sind dennoch speciell für die Ingenieure der Minen bestimmt, junge Leute, welche, mit den in der polytechnischen Schule erworbenen Vorkenntnissen ausgerüstet, sich hier zu ihrem speciellen Fache vorbereiten. Der Unterricht der polytechnischen Schule beruht bekanntlich wesentlich auf mathematischer Basis. Entwickelungen dieser Art flicht auch Herr von Beaumont sehr häufig in seine theoretischen Betrachtungen ein. Manche Theile erhalten, in Berücksichtigung des besonderen Zweckes, eine grössere Ausdehnung in diesen Vorträgen, als sie in einem für das allgemeine Publicum bestimmten Lehrbuche erhalten dürften. Die Paläontologie, als mehr getrennte Wissenschaft, wird nur nebenbei berührt; nur in ihren grossen Zügen behandelt; jetzt sogar von einem Hülfslehrer besonders vorgetragen.

Während demnach einerseits die Anordnung des Stoffes, die Auswahl der erläuternden Beispiele in dem Lehrbuche durchaus dieselbe bleiben konnte, wie Herr von Beaumont sie in seinen Vorlesungen angenommen hat, und auch wirklich dieselbe geblieben ist, so mussten anderntheils nicht nur die Paläontologie weitläufiger behandelt, sondern auch die neueren Gebilde mehr berücksichtigt werden, als an der Bergwerksschule geschieht. Nur in einigen Punkten bin ich von den Ansichten Elie de Beaumont's abgewichen; und diese betreffen nur solche, wo ich durch Antheilnahme an den Arbeiten von Agassiz mir eigene, meines Erachtens begründete Ansichten über diese speciellen Punkte verschafft hatte. Die Theorie der Fortschaffung erratischer Blöcke durch Gletscher und weit ausgedehnte Eismassen, welche ganze Länder bedeckten, hat an E. de Beaumont den vorragendsten Gegner gefunden; ich habe geglaubt, sie meiner Ueberzeugung gemäss darstellen zu müssen. Im Uebrigen hoffe ich, E. de Beaumont's Ansichten so wiedergegeben zu haben, wie sie wirklich sind, und dies dürfte denn auch das einzige Verdienst sein, welches ich mir bei diesem Buche zuschreiben könnte. Was man sonst Neues und Gutes darin finden möchte, gehört jenem

grossen Geologen an, dessen Namen jederzeit in der Geschichte der Wissenschaft glänzen wird.

Die Anordnung des in dem Lehrbuche enthaltenen Stoffes wurde so einfach als möglich gewählt. Nach einer Uebersicht der wichtigsten physikalischen Verhältnisse unseres Planeten, welche in geologischer Hinsicht besonders in Betracht kommen, giebt der erste Band die Beschreibung der einzelnen Felsarten und Gesteine, sowie eine Darstellung der geschichteten Ablagerungen und der wichtigeren, in denselben vorkommenden Versteinerungen. In dem ersten, geographisch-physikalischen Theile wird man keine vollständige Abhandlung über physikalische Geographie erwarten. Es sollte nur darauf aufmerksam gemacht werden, welche Theile in dieser Hinsicht vorzüglich in Betracht kommen, und diejenigen Fragen mussten specieller besprochen werden, welche für die Geologie von dem wesentlichsten Interesse sind. Hier zeichnet sich vor Allem die innere Erdwärme und deren Verhältnisse zu früheren und noch fortdauernden Erscheinungen aus. E. de Beaumont behandelt diesen Abschnitt in seinen Vorlesungen mit all den mathematischen Deductionen, welche Fourier, Poisson und er selbst hier angewandt haben; — ich habe geglaubt, nur die allgemeineren Resultate dieser scharfsinnigen Untersuchungen nach seiner Darstellung geben zu sollen.

Die Fossilien der geschichteten Ablagerungen verdienten wesentliche Berücksichtigung; nicht nur als Medaillen, welche dem Geologen die Epoche ihrer Ablagerung bestimmen helfen, sondern auch als Glieder einer langen, durch die Geschichte unserer Erde sich hindurchwindenden Schöpfungsidee, deren einzelne Productionen ebenso viele Phasen eines ansteigenden Entwickelungsganges andeuten. Es war unmöglich, bei der Unzahl von Versteinerungen auf die Charakteristik der Arten einzugehen; die Geschlechter, wenigstens die wichtigsten, wurden kurz charakterisirt und ein oder mehre wichtige Typen derselben in Holzstichen gegeben. Die Bereitwilligkeit der Verlagshandlung liess in der Auswahl dieser Holzstiche jede Ausdehnung zu, und es wurde so möglich, eine Sammlung von mehren hundert Figuren aufzustellen, welche die wichtigsten Typen der untergegangenen Schöpfungen dem Leser vorführen und dem Sammler selbst als

Anhaltspunkte bei seinen Reichthümern dienen können. Es wurde so viel als möglich der doppelte Zweck im Auge behalten, einerseits sogenannte charakteristische Fossilien abzubilden, welche durch Häufigkeit oder eigenthümliche Gestalt als Leitmuscheln für die einzelnen Schichten dienen können; andererseits auch wieder Formen auszuwählen, welche in zoologischer Hinsicht als Typen der Geschlechter und Familien betrachtet werden können.

In der Behandlung der geschichteten Gesteine wurde die aufsteigende Ordnung gewählt, von den ältesten Bildungen an bis zu der jetzigen Schöpfungsperiode, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil diese Betrachtungsweise schon ein gleichsam historisches Bild der allmäligen Entwickelung der Erdrinde und der Entfaltung des organischen Lebens auf derselben gewährt. In dem zweiten Bande, welcher die ungeschichteten Gesteine und die Wirkungen derselben auf die geschichteten Ablagerungen enthält, würde eine solche Ordnung nur zu unzähligen Wiederholungen und Verlängerungen geführt haben. Die vulcanischen Erscheinungen der Jetztwelt sind äusserst complicirt, und deshalb durften sie nicht ebenso vorausgesetzt werden, wie die wenigen und einfachen Verhältnisse, welche bei der Bildung der geschichteten Gesteine in Wirkung treten. Es musste also bei den im Verlaufe des zweiten Bandes darzustellenden Erscheinungen der umgekehrte Gang, von den jetzt stattfindenden Phänomenen zu den in früherer Epoche vorhandenen, eingeschlagen werden. Es leitet diese Weise der Darstellung dann natürlich zu der Geschichte jener grossartigen Kataklysmen, welche von Zeit zu Zeit die Gestalt der Erdrinde veränderten, und deren historische Auffassung vom Beginne an in aufsteigender Reihe verfolgt wird. Auch in dem zweiten Bande wurden so viel wie möglich die wichtigeren Verhältnisse durch Holzstiche erläutert, deren Anfertigung von der Verlagshandlung mit grösster Sorgfalt überwacht wurde.

Bei meiner Entfernung vom Druckorte übernahm Herr Dr. Gumprecht in Berlin freundschaftlichst die Revision der Bogen, wofür ich demselben, sowie für manche Verbesserungen und Berichtigungen des Textes, dankbar verpflichtet bin.

Paris, im Mai 1846.

Dr. C. Vogt.

VORREDE ZUR ZWEITEN AUFLAGE.

Die Fortschritte der wenigen Jahre, welche seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Lehrbuches in vielen Theilen der Geologie gemacht worden sind, haben eine vielfache Umarbeitung desselben nöthig gemacht. Ich habe keine Mühe versäumt, diese Umarbeitung dem jetzigen Stande der Wissenschaft entsprechend zu halten. Eigene Arbeiten, sowie Beobachtungen Anderer haben in vielen Dingen Umgestaltungen nöthig gemacht, die oft sich von den Ansichten E. de Beaumont's entfernen. Ich könnte hier zu der in der ersten Vorrede angeführten Gletschertheorie noch die Anthracitformation der Alpen, das Wäldergebirge, die Nummulitenbildung und die Theorie des Metamorphismus überhaupt, wie die über Dolomitbildung insbesondere nennen. Diese Abweichungen haben mir die Nothwendigkeit auferlegt, auf dem Titel den Namen des Meisters wegzulassen, dessen Vorlesungen an der Bergwerksschule in Paris in den Wintern 1844 bis 1846 die Anordnung des Stoffes im Ganzen, die Behandlung des allgemeinen Theiles und die Bearbeitung vieler speciellen Punkte entnommen war. Indessen habe ich mich bemüht, bei allen streitigen Punkten das Für und das Wider etwas zu resumiren, wie der Präsident des Gerichtshofes in einem Processe zu thun gewohnt ist. Hoffentlich ist die geistige Emancipation meiner Leser so weit vorgeschritten, dass sie sich selbst aus den Thatsachen ihr Urtheil zu bilden wissen.

Zahlreiche neue Holzstiche stellen theils die hauptsächlichsten Leitmuscheln und merkwürdigsten Fossilien dar, theils dienen sie zur Erläuterung der geologischen Verhältnisse. Da mir die Verlagshandlung in ihrer Auswahl keinerlei Beschränkung auflegte, so würde ein Tadel in dieser Hinsicht nur mich selbst treffen können.

Genf, den 10. December 1853.

Dr. C. Vogt.

VORREDE ZUR DRITTEN AUFLAGE.

Die fortschreitende Umwälzung, welche sich in den geologischen Wissenschaften kund giebt, hat bei dieser neuen Auflage vielfache Umarbeitung nöthig gemacht, die sich namentlich auf die ältesten und neuesten Ablagerungen, sowie auf die Umwandlungs-Processe der Gesteine erstrecken musste. In letzterer Beziehung sind namentlich die eine neue Epoche begründenden Arbeiten von G. Bischof, welche in seiner chemischen Geologie niedergelegt sind, maassgebend gewesen. Einer ganz neuen Bearbeitung haben in Folge der Entdeckungen der letzten Jahre die Abschnitte über Höhlen, Anschwemmungen, Diluvialgebilde, Gletscherzeit und das Auftreten des Menschen in vorhistorischer Zeit unterzogen werden müssen. Durch diese Untersuchungen ist erst der wahre Anschluss der geologischen Perioden der Erdgeschichte an unsere jetzige Epoche gewonnen worden.

Ich kann nicht läugnen, dass viele meiner Ansichten seit dem Erscheinen der letzten Auflage eine gänzliche Umgestaltung erlitten haben. Vielfache und ausgedehnte Reisen nach den norwegischen Küsten, den vulcanischen Bezirken Jan Mayen's, Islands und Neapels und häufige Excursionen in Central-Europa haben mich durch Selbstanschauung dem Standpunkte derjenigen näher geführt, welche in der Entwickelung der mineralischen Bestandtheile der Erde ebenso eine allmäliche Ausbildung durch physikalische und chemische, langsam wirkende Kräfte

annehmen, wie sie in der organischen Natur eine stufenweise Fortbildung erkennen, welche die einzelnen Formen in andere überführt und auf diese Weise die jetzige Schöpfung aus früheren, in anderen Typen zur Erscheinung gelangten, gestaltet. Soviel nur immer möglich, habe ich indessen nur die Thatsachen sprechen lassen, aus denen sich Jeder selbst die unmittelbar sich daraus ergebenden Schlüsse entnehmen kann.

Genf, am 1. Mai 1866.

C. Vogt.

E i n l e i t u n g.

Gebiet, Beziehungen und Zweige der Geologie.

Man könnte den Inbegriff aller unserer Kenntnisse über den Erdball, über seine Verhältnisse zu den übrigen Gestirnen, seine äussere Configuration und seine innere Structur mit dem Namen der Geographie oder Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes bezeichnen. Bei solcher Ausdehnung des Begriffes dürfte indess diese Wissenschaft so umfassend werden, dass es dem Einzelnen unmöglich sein würde, sie zu beherrschen. Schon deshalb musste man verschiedene Zweige dieser Wissenschaft anerkennen, welche alle in genauer Beziehung zu einander stehen, sich wechselseitig ergänzen und wo dennoch jeder Zweig dem Bearbeiter ein selbständiges Feld bietet. §. 1.

Die physische Geographie oder die Physik des Erdballs betrachtet die Erde als einen Naturkörper, der, wie sämmtliche andere Naturkörper, von allgemeinen Gesetzen abhängt, welche in den einzelnen Erscheinungen wirksam sind. Um diese allgemeinen Gesetze auffinden und darlegen zu können, untersucht die physische Geographie die natürlichen Eigenschaften des Erdballs, seine Beziehungen zu anderen Weltkörpern, seine Gestalt und Structur im Grossen und sucht darans Schlüsse auf die Entstehung und weitere Fortbildnng der Erde zu entnehmen. Man kann die physische Geographie wieder in die astronomische oder mathematische Geographie theilen, welche den Erdball als constituirenden Körper des Sonnensystems in seinen Beziehungen zu diesem und zu den übrigen Körpern im Weltraume betrachtet. Einen zweiten Theil würde die physikalische Geographie bilden, in welcher man den Erdkörper für sich als ein geschlossenes Ganze betrachtet und den Einfluss der einzelnen physikalischen Principien, wie Schwere, Wärme, Licht, Magnetismus, Elektricität etc., sowie die dem Erdganzen als solchem eigenthümlichen Processe, wie z. B. Vulkanismus und ähnliche Erscheinungen, in ihrem Verhalten zu physikalischen Gesetzen untersucht. Als besonderer Theil

dieser physikalischen Geographie hat die Meteorologie oder die Kenntniss der gasförmigen Hülle des Erdballs und der in derselben vorgehenden Erscheinungen eine solche Ausdehnung gewonnen, dass man sie jetzt meistens als besondere Wissenschaft behandelt. Mit der physikalischen Geographie im engsten Zusammenhange steht die Geologie, welche die Structur des Erdballs und besonders seiner uns zugänglichen festen Rinde ermittelt und daraus die Gesetze seiner Entstehung und Entwickelung abzuleiten sucht. Als besonderer Zweig bietet sich endlich noch die beschreibende Geographie dar, welche die Oberfläche der Erde nach ihrer äusseren Bildung betrachtet, die Vertheilung von Wasser und Land, Gebirgen und Ebenen, von Pflanzen, Thieren und Menschen kennen lehrt und so besonders in der Chorographie die natürliche Conformation der unbelebten Natur, in der politischen Geographie die Vertheilung und Verhältnisse des Menschen, in der Pflanzen- und Thiergeographie die Ausbreitung der einzelnen Organismen auf der Erdkruste näher in das Auge fasst.

§. 2. Eine oberflächliche Untersuchung schon lässt erkennen, dass die Vertheilung der organischen Körper auf der Erde, der Pflanzen, der Thiere und des Menschen, selbst in solchen Gegenden, welche gleiches Klima und ähnliche äussere Bodenbildung haben, keine gleichmässige sei. Bei derselben mittleren Temperatur und scheinbar denselben äusseren Verhältnissen, aus denen man auf eine wenigstens analoge Bevölkerung und organische Belebung schliessen sollte, trifft man oft die grellsten Unterschiede in Beziehung auf Pflanzenwuchs, thierische und menschliche Bevölkerung. Man muss sich dann überzeugen, dass in denselben Zonen Oertlichkeiten vorhanden sein können, welche die üppigste organische Entfaltung in jeder Beziehung zeigen, während in kurzer Entfernung davon eine unfruchtbare Wüste sich ausbreitet. Bei näherer Untersuchung dieser und anderer ähnlicher Erscheinungen sieht man leicht, dass es eine ganze Reihe von Phänomenen giebt, welche nicht nur mit der äusseren Gestaltung, sondern auch mit der inneren Structur und dem geschichtlichen Aufbau des Bodens im engsten Zusammenhange stehen, und dass diese Bodenstructur wieder von der Zusammensetzung der festen Erdkruste im Allgemeinen abhängig ist. Die äussere Configuration des Bodens, mit welcher sich die Geographie beschäftigt und in welcher sie den Lauf der Flüsse, den Zug der Bergketten, die Richtung der Thäler und Ebenen nachweist, hat zwar ebenfalls einen grossen Antheil an diesen Verschiedenheiten; — aber die Geographie nimmt die Unebenheiten des Bodens als etwas Gegebenes, Vorhandenes an, ohne die Gesetze ihrer Bildung zu erforschen; sie sucht den Einfluss dieser Bodengestaltung nachzuweisen, ohne sich darum zu bekümmern, ob dieselbe etwas Zufälliges, oder ob sie von allgemeinen, grossen,

über das Ganze des Erdballs herrschenden Gesetzen abhängig sei. Die Geographie kann demnach darstellen, welche Vegetation, welche Bewohner z. B. in der Wüste Sahara existiren — sie kann die kümmerliche Ausbildung des organischen Lebens an dieser Stelle der Erdoberfläche durch Vergleichung mit anderen Gegenden in derselben Zone nachweisen, aber warum gerade hier die zur Entwickelung des organischen Lebens nothwendigen Bedingungen fehlen, dies aufzustellen ist Sache der Geologie, welche die innere Structur des Bodens untersucht, deren Zusammenhang mit anderen Theilen der Erdrinde nachweist und daraus die Gründe schöpft, welche eine der klimatischen Lage entsprechende Entfaltung des organischen Lebens in dieser Erdzone unmöglich machen.

§. 3. Aufgabe der Geologie ist es demnach, die Structur der festen Theile unserer Erdrinde zu ermitteln, die Erscheinungen, welche aus dieser Structur hervorgehen, darzulegen und die Gesetze nachzuweisen in Folge deren diese beobachtete Structur im Laufe der Erdgeschichte sich entwickelt hat.

Die Geologie beschäftigt sich vorzugsweise nur mit den festen Theilen der Erdrinde; die Gewässer, das Meer, die Atmosphäre bleiben als solche von ihr ausgeschlossen, wenngleich sie nicht umhin kann, sich namentlich dann mit einzelnen, von den tropfbar- und elastisch-flüssigen Massen bedingten Erscheinungen zu befassen, sobald diese Spuren in den festen Massen zurücklassen. Das Studium der festen Massen bietet wesentliche Unterschiede von denjenigen der tropfbarflüssigen und luftförmigen; — Unterschiede, welche besonders durch die leichte Mischbarkeit und Beweglichkeit dieser Körper bedingt werden. Die Zusammensetzung der festen Massen, sowie ihre Structur ist äusserst mannigfaltig; bei den flüssigen und luftförmigen findet das Gegentheil statt. Mit geringen Schwankungen, die sich mehr auf die absolute Menge der aufgelösten Stoffe als auf deren Natur und gegenseitiges Quantitätsverhältniss beziehen, ist die Zusammensetzung des Meeres überall wesentlich dieselbe an den Polen, wie an dem Aequator, an der Oberfläche, wie in der Tiefe. Das Gleiche gilt von der Luft. Das gegenseitige Verhältniss ihrer beiden Hauptbestandtheile, des Stickstoffs und des Sauerstoffs, ist in allen Zonen, wie auf allen Höhen dasselbe, und die Verschiedenheiten gehen nur aus meist zufälligen Verhältnissen, aus einer grösseren oder geringeren Beimengung von Wasserdampf oder Kohlensäure hervor.

Eine zweite durchgreifende Verschiedenheit wird durch die Beweglichkeit der kleinsten Theilchen im Wasser und in der Luft bedingt, wodurch es unmöglich gemacht wird, bleibende oder auch nur für einige Zeit dauernde Abweichungen in diesen Elementen selbst herzustellen. Die furchtbarsten Erscheinungen in Luft und Wasser,

Stürme, Meteore, Fluthen lassen weder in der Luft, noch in dem Wasser selbst die geringste Spur zurück. Sobald die Erscheinnng vorübergegangen und die frühere Ordnung wieder zurückgekehrt ist, findet man keine Erinnerung an ihre Existenz in der Masse selbst, in welcher sie sich ereigneten.

§. 4. Anders verhält es sich mit den festen Theilen der Erdrinde. Diese bilden gleichsam das Register, in welchem die durch Flüssigkeiten und Luft hervorgerufenen Erscheinungen mit tiefen Zügen eingezeichnet werden. Ebben und Fluthen, Orkane nnd Stürme, Regen und Hagel, Ueberschwemmungen und Austrocknungen lassen überall in diesen festen Theilen der Erdrinde ihre Spuren zurück und schreiben so gleichsam selbst auf den einzelnen Blättern des Registers die Geschichte ihrer Thaten auf. Es entsteht auf diese Art eine eigene Zeichensprache, eine Hieroglyphenschrift, deren Deutung oft schwierig ist, die aber nach gelungener Entzifferung Aufschluss giebt über die Geschichte der Erde und über die einzelnen Perioden, welche dieselbe durchlaufen hat. Aber nicht nur grössere Katastrophen, welche mehr oder minder vorübergehend eingewirkt haben, und von denen uns der Sand, der in tieferen Gegenden sich absetzte, die weit von ihrer Lagerungsstätte weggeschwemmten Gesteine, die emporgeworfenen und zerrissenen Schichten zeugen, werden auf diese Weise auf den Blättern des Steinbuches, wenn ich mich so ausdrücken soll, verzeichnet, sondern auch die langsam wirkenden Kräfte, deren Einfluss erst durch unendlich lange Zeiträume sichtbar wird, für deren Erkenntniss das Leben der Individuen, wie des ganzen Menschengeschlechts nicht hinreichen würde, graben auf diese Weise nach und nach ihre Zeichen ein, welche nach Jahrtausenden endlich lesbar erscheinen.

§. 5. Die Geologie wird auf diese Weise eine der wesentlichsten Hülfswissenschaften der Astronomie. Die Erde ist nur ein Stern unter Sternen, ein Planet unter Planeten; — viele ihrer Verhältnisse können nur durch dieselben Hülfsmittel erforscht, durch dieselben Berechnungen genauer festgestellt werden, deren sich die Astronomen bedienen, um die äusseren Verhältnisse der Gestirne, ihre Massen, Formen und Bahnen kennen zu lernen. Die Dimensionen des Erdballs, seine allgemeine Form, seine Dichtigkeit, die Gesetze seiner Bildung in Beziehung anf diese Verhältnisse können nur auf astronomischem Wege ermittelt werden; aber die neueren Veränderungen, welche die Erde, die Planeten nnd die übrigen Himmelskörper erlitten, können durch die Hülfsmittel der Astronomie nicht dargelegt werden. Nichtsdestoweniger ist es wahrscheinlich, dass das Himmelssystem im Ganzen, sowie die einzelnen Gestirne im Besonderen von vielfachen Umwälzungen betroffen wurden und dass unser Sonnensystem erst nach mannigfachen Verän-

derungen so wurde, wie es sich unserem Auge jetzt darstellt. Die successiven Veränderungen, welche die Geologie auf der Erde nachweist, können demnach gleichsam als Maassstab derjenigen Veränderungen dienen, durch welche die übrigen Himmelskörper und namentlich die Planeten einst betroffen wurden. Die Aufbewahrung der Spuren dieser Veränderungen in den harten Theilen unserer Erdrinde ist aber keine regellose; — die Spuren haben sich in derselben Ordnung gehalten, folgen sich in derselben Reihe, wie die Erscheinungen selbst, durch welche sie hervorgerufen wurden, und bilden so nicht nur ein materielles, sondern auch ein geschichtliches Register der verschiedenen Veränderungen, welche die Erdrinde erlitten hat. Dieses Register würde freilich noch grösseren Werth besitzen, wenn es uns auch eine chronologische Zeitbestimmung an die Hand gäbe und somit Schlüsse auf das Alter der Erde und die Dauer ihrer einzelnen Entwickelungsphasen erlaubte; allein leider ist es noch nicht gelungen, einen genaueren Maassstab zur Herstellung der chronologischen Daten zu finden, und wenn wir auch die Aufeinanderfolge der einzelnen Revolutionen, welche die vorstechendsten Zeitmomente in der Erdgeschichte bilden, bestimmen können, so fehlen uns doch bis jetzt alle Anhaltspunkte zu einer genaueren Berechnung der Zeiträume, welche zwischen diesen einzelnen Perioden verflossen sind. Nur so viel können wir mit Sicherheit nachweisen, dass sie ungemein lang gewesen sein müssen.

Wir berührten schon oben die Beziehungen der Geologie zu der physikalischen Geographie, welche die allgemeinen physikalischen Verhältnisse der Erde behandelt. Die Verschwisterung beider Wissenschaften ist so eng, dass es kaum möglich ist eine Grenzlinie zwischen ihnen festzustellen. Die Erscheinungen, welche von der Schwerkraft abhängen, wie Ebbe und Fluth, Sedimentbildungen, Auswaschungen u.s.w., greifen auf das mächtigste in die Geschichte des Erdballs ein. Die Gesetze der Wärme finden überall ihre Anwendung, indem durch ihren Einfluss die innere Erdwärme, die vulcanischen Erscheinungen und Erdbeben, die Erhebung von Land und Gebirgen, die Umwandlung der Gesteine wesentlich bedingt werden. §. 6.

Wenn die Geologie sich mit der Structur der festen Erdrinde im Grossen beschäftigt, so beruht diese Kenntniss wesentlich auf derjenigen Grundlage, welche ihr durch die Mineralogie einerseits, durch die Chemie andererseits geschaffen wird. Die erstere Wissenschaft lehrt die einzelnen Mineralspecies kennen, welche die feste Erdrinde zusammensetzen; — sie stellt die äussere Form, die Kennzeichen und Eigenschaften derselben fest und giebt uns so die Mittel an die Hand, dieselben in den so häufig gemengten Gesteinen wieder zu erkennen und diese selbst auf diese Weise zu unterscheiden. Die Chemie lehrt uns die innere Zusammensetzung der einzelnen Mineralspecies sowohl wie §. 7.

der aus ihnen hervorgehenden Gemenge kennen und giebt uns die Mittel an die Hand, die Veränderungen nachzuweisen, welche diese durch die verschiedenen auf sie einwirkenden Agentien erlitten haben. Die Chemie namentlich lässt uns häufig jene allmälig wirkenden Kräfte erkennen, welche durch Summirung ganz kleiner Wirkungen erst nach langer Zeitdauer in die Erscheinung treten, und für viele ausschweifende Theorien, welche durch üppig wuchernde Phantasie in's Leben gerufen wurden, giebt sie gewissermaassen die Lupe in die Hand, welche ihren Unwerth erkennen lässt.

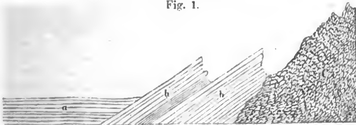
§. 8. So innig indessen auch die Beziehungen aller dieser Wissenschaften zu der Geologie sein mögen, und so schwer es halten mag, in dem gegebenen Falle die Grenzen der einen oder anderen zu bestimmen, so unterscheidet sich doch die Geologie wesentlich von allen durch die Art und Weise, wie sie betrieben werden muss. Der Astronom belauscht die Sterne auf ihrem Durchgange mittelst seines Fernrohrs, ohne sein Observatorium zu verlassen. Der Chemiker analysirt in seinem Laboratorium die Mineralien, welche man ihm mittheilt; und die der Mineralog in seinem Cabinete, ohne sich vom Platze zu bewegen bestimmt hat. Dem Geologen ist es nicht so leicht gegeben. Man kann ihm die Gegenstände, welche er zu studiren hat, nicht in das Haus tragen; er muss zu ihnen hingehen, an Ort und Stelle ihre Lagerung, ihre Aufeinanderfolge, das Verhältniss der einzelnen Schichten zu einander studiren; — der Geologe ist vor allen Anderen reisender Naturforscher; die Betreibung seiner Wissenschaft ohne Reisen ist eine reine Unmöglichkeit. Er bedarf der Reisen noch mehr als der Geograph, der die Erde nach ihrer äusseren Configuration studirt und der mit Hülfe guter Karten und genauer statistischer Nachweisungen, welche von Anderen herrühren, die Erdoberfläche etwa in der Art studiren kann, wie der Astronom den Mond. Der Geologe kann sich mit solchen Hülfsmitteln nicht begnügen; er muss selbst sehen und untersuchen. und dies ist so wahr, dass man dreist behaupten kann, dass wohl viele Geographen leben, die nur in der Studirstube gebildet wurden, aber kein einziger Geologe.

Diese Nothwendigkeit der Reisen und der Beobachtungen musste um so mehr hier hervorgehoben werden, als man sich meistens gar sonderbare und falsche Begriffe von der Geologie macht. Unter einem Geologen versteht man gar oft noch einen Mann, der sich mit leeren Speculationen über den Ursprung der Welt und der Erde in's Besondere abgiebt, ohne der Beobachtung ihr Recht einzuräumen. Die Geologie, wie sie heute dasteht, ist eine reine Erfahrungswissenschaft; — sie erlaubt sich freilich auch Schlüsse über die verschiedenen Zustände, die sie zu erforschen sucht; allein sie geht nur so weit, als die genaueste Beobachtung es ihr gestattet, und nur an der Hand der Er-

fahrung betritt sie den auf Thatsachen gestützten Weg, der sie zur Erkenntniss führen soll.

Es wurde schon früher angeführt, dass die Geologie eigentlich nnr einen Theil der Geographie im weitesten Sinne des Wortes bilde. Durch das Object, mit welchem sie sich beschäftigt, schliesst sie sich am nächsten an die sogenannte Orographie an, welche sich hauptsächlich mit der Beschreibung der Gebirge, ihrer Lage, Erstreckung, Höhe, ihrer Cultur- nnd Vegetationsverhältnisse, ihrer Beziehung zu anderen Gebirgsketten und zu den Thälern nnd Ebenen beschäftigt. Die Kenntniss der Orographie ist eine der wesentlichsten Grundlagen der Geologie, da in den Gebirgsketten, namentlich dnrch die mannigfaltigen Veränderungen, welche die Erdrinde an diesen Orten erlitten hat, die innere Structur derselben kenntlich zu Tage gebracht wird. Mit dieser Strnctur beschäftigt sich nun die Stratigraphie oder Schichtenlehre, welche gewissermaassen die Anatomie der Erdrinde giebt, indem sie die Lagerung der Gebirgsmassen und Schichten, das Verhältniss der Glieder zu dem Ganzen der Gebirgskette, die Beziehungen der Thäler und Höhen zu der inneren Structur kennen lehrt. Obgleich das Wort Stratigraphie sich eigentlich nur, seinem Sinne nach, auf die geschichteten Gesteine beziehen sollte, so wendet man es doch auf die anatomische Darstellnng der ganzen Erdrinde an, weil die geschichteten Gesteine bei weitem die grösste Masse der festen Erdrinde ausmachen. Die Stratigraphie ergründet somit die Uebereinanderlagerung der einzelnen Massen, welche die Erdrinde bilden, ihre localen Beziehungen zu einander, ihr Verhältniss zu anderen Massen, welche in grösserer Ferne auftreten, und ihre Beziehung zu dem äusseren Relief der Gegend, von welchem die Geographie das Bild der äusseren Gestalt, das Portrait liefert (Fig. 1). §. 9.

Fig. 1.



Gesetzt, man habe in Figur 1 den Durchschnitt einer Bergkette vor sich, welche an eine Ebene anstösst und deren einzelne Terrassen in verschiedenen Abständen auf einander folgen. Der Geograph wird diese Bergkette beschreiben, ihre Länge, die verschiedenen Zweige, in die sie sich theilt, notiren, die Thäler aufzeichnen, welche von ihr ausgehen, den Lauf der Flüsse verfolgen, die von ihr herabrieseln; — er

wird die Vegetation, die thierische und menschliche Bevölkerung in das Auge fassen und ihre verschiedene Vertheilung über die Oberfläche dieser Gebirgskette verfolgen. Dem Stratigraphen liegt es ob, die Gründe dieser verschiedenen Erscheinungen zu ermitteln; — er wird finden, dass die Schichten der Ebene *a* horizontal auf einander liegen und unter einem gewissen Winkel gegen die Schichten *b* stossen, welche aufgerichtet sind und ihre Bruchflächen einer inneren eingeschichteten Masse *c* zuwenden, welche den Kern der Gebirgskette bildet. Aus dieser Structur schon lassen sich die Gründe ermessen, weshalb die, der Ebene zugekehrten Böschungen der Schichten *b* gleichförmige Abhänge bilden, während die dem Inneren der Bergkette zngewandten Bruchflächen steile und unregelmässige Terrassen darstellen. Bei näherer Untersuchung der einzelnen Schichten, ihrer Zerspaltung und ihres Verhältnisses zur Durchsickerung des Wassers wird sich ergehen, warum einzelne Stellen der Bergthäler fruchthar, andere versumpft, andere wieder trocken und dürr sind.

§. 10. In dem einfachen Beispiele, welches uns Fig. 1 vorführt, tritt uns schon ein wesentlicher Unterschied zwischen den die feste Erdrinde bildenden Massen entgegen. Die Ebene *a*, die Böschungen *b* bestehen aus tafelförmig über einander liegenden Massen, aus Schichten, welche, wie wir später sehen werden, meistens organische Ueberreste von Pflanzen und Thieren, sogenannte Versteinerungen, enthalten. Es verdanken diese Schichten ihren Ursprung dem Wasser, und zwar ihrer grössten Masse nach dem Meere, aus welchem sich ihre mineralischen Bestandtheile nach und nach abschieden, niederschlugen und die Thier- und Pflanzenreste einhüllten, welche sich in ihnen eingeschlossen finden. Man begreift diese geschichteten Gesteine und überhaupt alle die, welche ihre Bildung dem eben erwähnten Processe der Ablagerung aus dem Wasser verdanken, unter dem Namen der neptunischen Gebilde.

Andere Massen — und hierzu gehört der Kern *c* in Fig. 1 — bieten keine regelmässigen Absonderungsflächen dar, zeigen keinerlei organische Einschlüsse in ihrer Masse, und lassen durch ihre meist krystallinische Structur, durch ihr Aufbrechen aus Gängen und Spalten, durch ihr Verhalten gegenüber den geschichteten Gesteinen erkennen, dass sie mit der Aufrichtung derselben in einem ursächlichen Zusammenhange stehen. Man hat diese Massen, über deren Ursprung theilweise noch sehr verschiedene Ansichten herrschen und die bald aus vulkanischen Gebilden, bald aus ursprünglich geschichteten Gesteinen bestehen, welche in ihrer inneren Structur bedeutende Umänderungen (Metamorphosen) erlitten haben, unter dem Namen der plutonischen Gebilde zusammengefasst.

Während in den geschichteten Massen Zusammensetzung und Structur meist ziemlich einfache Verhältnisse darbieten, so zeigt sich im Gegentheil bei den plutonischen Gebilden eine grosse Mannigfaltigkeit in dieser Hinsicht. Diese Massen, aus welchen die Kerne der meisten Gebirge aufgebaut sind, die Gesteine und Felsarten, welche die einzelnen Schichten sowohl wie die ungeschichteten Stücke zusammensetzen, sind aber gewöhnlich nicht einfache Mineralspecies, sowie man sie in der Mineralogie nach ihren regelmässigen Krystallformen und der mit derselben zusammenhängenden Composition kennen lernt, sondern diese Massen werden von Gemengen gebildet, welche gleichwohl als solche bestimmte Charaktere besitzen. So ist z. B. der Granit, eine allgemein bekannte Felsart, die einen grossen Theil unserer Erdoberfläche bildet, kein einfaches Mineral, sondern ein wohl charakterisirtes Gemenge dreier in Zusammensetzung und Krystallform gänzlich verschiedener Mineralien, des Feldspaths, des Quarzes und des Glimmers. Die Oryktognosie, Petrographie oder Lithologie lehrt uns diese Massen kennen, welche die Erdrinde zusammensetzen, und bildet somit einen ergänzenden Zweig der Mineralogie und eine der wesentlichsten Grundlagen der Stratigraphie. §. 11.

Beide Wissenschaften, die Stratigraphie und Oryktognosie, hat man auch unter dem gemeinschaftlichen Namen der Geognosie begriffen. Diese liefert also die Anatomie des Erdkörpers nach seiner jetzigen Erscheinungsweise; — sie ist eine rein empirische Wissenschaft, die sich nur um das Gegebene und Vorhandene bekümmert, die Existenz von Gebirgsmassen, von geschichteten und ungeschichteten Gesteinen an diesem oder jenen Orte nachweist, die Lagerung derselben verfolgt, ihre Zusammensetzung bestimmt, sich aber weder um den Grund dieser Lagerung, noch um die Ursache der gefundenen Zusammensetzung weiter bekümmert, als gerade der Augenschein es in die Hand giebt. Die Geognosie bildet sonach die wesentliche praktische Grundlage für alle weiteren Schlüsse, welche auf die Geschichte der Erde einiges Licht werfen können.

Wenn schon die Aufeinanderlagerung der einzelnen Schichten und die Störung dieser Lagerung durch Aufsteigen plutonischer Massen aus dem Inneren der Erde zu verschiedenen Zeitepochen Mittel an die Hand geben, die Geschichte der Erde selbst näher zu verfolgen, so ist dies in noch weit höherem Grade möglich, wenn wir die Reste der organischen Wesen in das Auge fassen, welche früher die Erde bewohnten. Es wurde schon angeführt, dass diese Reste in den aus dem Wasser niedergeschlagenen Schichten eingeschlossen sind und dort natürlich in derjenigen Reihenfolge auf einander lagern, in welcher sie selbst auf der Oberfläche der Erde erschienen waren. Wenn wir oben schon die festen Massen überhaupt als ein Register bezeichneten, in §. 12.

welches alle auf der Erde wirkenden physikalischen Kräfte ihre successiven Thaten eingezeichnet haben, so bilden die geschichteten Gesteine, welche Versteinerungen einschliessen, gewissermaassen ein zweites Controlenregister, anf welches das organische Leben die verschiedenen correspondirenden Phasen seiner Entwickelnng eingetragen hat. Man hat in dieser Beziehung mit vielem Rechte die Versteinerungen den Münzen verglichen, welche man als Ueberreste vergangener Cnlturepochen der Völker hier und da vergraben findet und aus denen man die Geschichte derselben wenigstens ihren grossen Zügen nach wieder construiren kann. Aber die organischen Ueberreste finden sich nicht nur hier und da zerstreut, wie diese Münzen, und zufällig an einzelnen Punkten abgelagert; — ganze Bergketten sind einzig nnd allein aus den Ueberresten untergegangener Thiere angehäuft, und weit verbreitete Gesteinmassen erscheinen bei näherer Untersuchung durchaus nnr als Resultate der Wirksamkeit des organischen Lebens. Bei solcher bedeutenden Anhäufung und Verbreitung der organischen Reste über die ganze Erdoberfläche hält es denn auch nicht schwer, nachzuweisen, dass der Charakter dieser organischen Bevölkerung von Zeit zu Zeit sich änderte nnd neue Thiere, neue Pflanzen auf der Erde auftraten, welche später wieder von anderen ersetzt wurden.

§. 13. Die Paläontologie oder Versteinerungskunde bildet somit einen der wesentlichsten Zweige der Geologie, und die auf ihr beruhenden Schlüsse erscheinen um so gewichtiger, als im Allgemeinen die organischen Schöpfungen, welche sich in verschiedenen Zeitepochen auf der Oberfläche der Erde folgten, einen weit constanteren Charakter zeigen, als die mineralischen Ablagerungen. Die Gesteine, welche einem nnd demselben Zeitabschnitte angehören, können im buntesten Wechsel als Sandsteine, Mergel, Schiefer, Kalksteine an verschiedenen Orten auftreten, ohne dass aus anderen Gründen die Gleichzeitigkeit ihrer Ablagerung bestritten werden könnte. Die Natur der Sache bringt es mit sich, dass solcher Wechsel in verhältnissmässig sehr beschränkten Räumen stattfinden kann, wie denn z. B. die Einmündung eines Flusses die Ablagerung einer niederen Meeresküste wesentlich verändern nnd somit eine vollständige Verschiedenheit gleichzeitig hervorgebrachter Sedimente bewirken kann. Anders verhält es sich mit den Ueberresten der Thiere und Pflanzen. Wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass von der ältesten Zeit an bestimmte Verbreitungsbezirke der einzelnen Arten existirten und dass in ähnlicher Weise wie jetzt in der Verbreitung der Thiere nnd Pflanzen bestimmte Faunen nnd Floren unterschieden werden können, so lassen sich doch immer vielfache enge Beziehungen zwischen den zu gleicher Zeit auf der Erde bestehenden organischen Schöpfungen nachweisen, so dass die Resultate, welche durch eine genaue paläontologische Bestimmung der Versteinerungen

gewonnen werden, oft weit sicherer zur Bestimmung des relativen Alters einer Erdschicht benutzt werden können, als die aus der Lagerung und Zusammensetzung gewonnenen Thatsachen, welche die Geognosie bietet.

Wie leicht zu ersehen, hängt die Paläontologie auf's Innigste mit der Zoologie und Botanik zusammen. Nur aus der genauesten Kenntniss der lebenden Pflanzen und Thiere kann auf die Natur jener oft so unvollständigen Ueberreste geschlossen werden, welche wir in den Erdschichten finden. Die festen Theile, welche allein der Zerstörung widerstanden und in versteinertem Zustande übrig blieben, bilden häufig nur sehr unwesentliche Theile des Körpers der Thiere, denen sie angehörten, und lassen deshalb oft nur schwierig Schlüsse auf die Natur derselben zu. Die Paläontologie bildet demnach gewissermaassen nur eine auf geologische Verhältnisse angewandte Naturgeschichte, und wenn die Kenntniss der Formen, welche sie uns unterscheiden lehrt, dem Geognosten oft äusserst wesentlich ist zur genaueren Erkenntniss einer in ihren mineralogischen Kennzeichen veränderten Schicht und somit zur Ermittelung ihres Alters, so ist dieses doch nur ein untergeordneter Zweck der Paläontologie. Diese muss vielmehr dahin streben, uns ein vollständiges Bild der organischen Schöpfungen zu liefern, welche von Zeit zu Zeit die Erde bevölkerten, und diesen Zweck kann sie nur erfüllen, wenn sie sich in strengster Abhängigkeit von der Naturgeschichte selbst hält und die bei dem Studinm der lebenden Thiere und Pflanzen gewonnenen Resultate auf die ihr gebotenen, oft verkümmerten und verunstalteten Objecte anzuwenden und überzutragen versteht. Als letztes Ziel der Vereinigung von Geognosie und Paläontologie steht dann die Aufgabe da, eine vergleichende Geographie der Erde in den verschiedenen Epochen ihrer Geschichte zu liefern, in jeder Periode nachzuweisen, welche Ausdehnung das Meer und die Continente, die Inseln und die Binnenseen zeigten, welchen Verlauf die Thäler, welche Erstreckung die Bergketten, die Hügelländer und Ebenen hatten, welche Geschöpfe diese Länder und Gewässer an verschiedenen Orten bewohnten und welcher Art die Veränderungen waren, die diesem Zustande ein Ende machten und einen anderen herbeiführten — mit einem Worte die Geschichte der Erde von Anfang an bis zu unseren Zeiten zu schreiben und zu jedem Blatte der Erdgeschichte die entsprechende Karte zu liefern.

Aus der Vereinigung aller dieser verschiedenen Theile der Wissenschaft geht dann endlich der speculative Theil der Geologie, die Geogenie, hervor. Diese sucht auf die näheren und entfernteren Gründe der Erscheinungen einzugehen, sie entwickelt die Ursachen, welche den einzelnen Thatsachen unterliegen, erforscht die Gesetze, welche die Ursachen unter einander verbinden, und erhebt sich so §. 14.

Schritt für Schritt zu Schlüssen über die uranfängliche Bildung der Erde, über die Ausbildung ihrer jetzigen Gestalt und Zusammensetzung und über die Ursachen, welche diesen successiven Veränderungen des Erdballs zu Grunde liegen. Die Geogenie bildet gewissermaassen die Physiologie und Entwickelungsgeschichte des Erdballs, während Geognosie und Paläontologie uns seine Anatomie liefern; und indem die letzteren nothwendigerweise das Material liefern und herrichten müssen, richtet die Geogenie den theoretischen Bau des Gebäudes auf, in welchem unsere Kenntnisse den ihnen entsprechenden Raum finden.

Erstes Capitel.

Einige physikalische Verhältnisse der Erde.

1. Gestalt der Erde.

Die Erde ist keine vollkommen runde Kugel, sondern ein an den Polen etwas abgeplatteter kugelförmiger Körper, dessen durch die Pole gehende Axe etwas kleiner ist, als ein durch den Aequator gelegter Durchmesser, so dass ihre Gestalt etwa derjenigen einer Apfelsine gleicht. Die Abplattung selbst ist indessen so gering, dass man bei gewöhnlichen Verhältnissen sie gänzlich ausser Acht lassen und die Erde als eine vollkommene Kugel betrachten kann; wie denn auch ihr Schatten bei Mondfinsternissen stets als eine regelmässige Scheibe erscheint und wir auch die meisten Planeten als Kugeln sehen, trotz der bei allen vorkommenden Abplattungen. Nur bei den grösseren Planeten, deren Durchmesser bedeutend genug ist, lässt sich bei Anwendung starker Vergrösserungen durch mikrometrische Messungen die Abplattung constatiren. Der Grund dieser Abplattung oder der bedeutenderen Aufwulstung in der Gegend des Aequators, die zuerst von Newton aus mathematischen Gründen erschlossen wurde, lässt sich schon aus physikalischen Gründen darthun. Eine Kugel, welche um eine Axe sich dreht (und die Erde dreht sich in der That um eine Axe, deren Endpunkte durch die beiden Pole dargestellt werden), wird nach einiger Zeit eine Abplattung an den beiden Endpunkten ihrer Drehungsaxe wahrnehmen lassen, wenn ihre Masse nur einigermaassen weich oder selbst fest ist. Die Centrifugalkraft der einzelnen Theile, welche durch die Rotationsbewegung entwickelt wird, ist um so bedeutender, je weiter man sich von der Drehungsaxe entfernt, mit anderen Worten, je näher man demjenigen grössten Kreise der Kugel kommt, dessen Durchschnittsebene im rechten Winkel auf der Drehungsaxe steht. Durch die Anziehungskraft oder die Gravitation nach dem Mittelpunkte der Kugel hin werden zwar die einzelnen Theile um diesen §. 15.

Mittelpunkt in Kugelgestalt festgehalten, da aber die Centrifugalkraft dieser Gravitation nach dem Mittelpunkte hin entgegenwirkt, so sammeln sich die beweglichen Theile der Kugel in bedeutenderem Maasse um den erwähnten grössten Kreis an und bewirken so an diesem eine Aufwulstung und damit eine Abplattung in der Umgegend der Pole der Umdrehungsaxe. Diese Aufwulstung wird um so bedeutender werden, je leichter beweglich die einzeluen Theile der Kugelmasse, d. h. je weicher oder flüssiger die Kugel selbst ist, und bei zunehmender Schnelligkeit der Rotation wird die Centrifugalkraft endlich so bedeutend, dass die Gravitation gegen den Mittelpunkt hin dadurch aufgehoben, die Kugel zersplittert und ihre Theile nach der Tangeutialrichtung fortgeschleudert werden. Die physikalischen Gesetze, aus denen sich diese Verhältnisse rotirender kugelförmiger Körper ergeben, lassen sich ebenso leicht durch Versuche, wie durch Beobachtungen in der Natur anschaulich machen. Bringt man z. B. einen Oeltropfen in eine Mischung von Wasser und Weingeist, welche geuau die Dichtigkeit des Oeles hat, so besitzt man in dem Oeltropfen eine Masse, welcher gewissermaassen die Einwirkung jeder fremden Kraft gänzlich entzogen ist und somit diejenige Gestalt annehmen kann, welche einzig aus der Wirkung der Attractionskraft der einzelnen Oeltheilchen hervorgeht. Der Oeltropfen besitzt in diesem Falle eine vollkommene Kugelgestalt. Bringt man nun eine Axe hinein, die man in rotirende Bewegung versetzt, so wird bei zunehmender Schnelle dieser Bewegung der Oeltropfen stets platter und platter und nimmt eine förmliche Linsengestalt an, bis zuletzt, vor der Zerreissung, der Mittelwulst sich loslöst und in Gestalt eines Ringes, wie beim Saturn, um den Kern schwebt. Taucht mau eine Metallkugel in Wasser, welches au der Oberfläche adhärirt, und versetzt nun die Kugel durch eine Axe in rotirende Bewegung, so wird sich das Wasser anfangs in Gestalt eines Ringes um den Aequator der rotirenden Kugel anhäufen, bevor es in Tropfen aus einander stiebt.

§. 16. Man hat im Ganzen drei verschiedene Methoden angewandt, um die Gestalt und Grösse der Erde zu bestimmen; die eine besteht darin, die Länge der Meridian- und Parallelbogen oder Grade in verschiedeuen Erdtheilen direct zu messen; eine zweite besteht darin, sie aus der Länge der Schwingungen des Secundenpendels, eine dritte, sie aus gewissen Ungleichheiten der Mondbewegung zu berechnen — letztere beiden Methoden sind vorzugsweise mechanischer und indirecter Natur, indem genaue Beobachtungen bestimmter Bewegungen dazu dienen, die Kräfte zu berechnen, aus deuen sie entstehen, und aus diesen Kräften wieder auf die Ursache geschlossen wird, welche eben die Abplattung der Erde ist.

Ehe wir indessen auf diese drei Methoden etwas näher eiugehen,

müssen wir vor Allem genauer feststellen, was wir hier unter Erdoberfläche verstehen, denn es handelt jetzt sich nur um die mathematische, nicht um die wirklich vorhandene physische Oberfläche mit allen ihren Unregelmässigkeiten, Bergen, Thälern, Hochebenen etc. Die Geodäsie abstrahirt von all' diesen zufälligen Unebenheiten des Terrains vollständig; die Oberfläche, mit der sie es zu thun hat, ist die der Meere, welche man sich über oder durch die Continente verlängert vorzustellen hat. Oder auch man denke sich das Festland überall mit einem Netz von Canälen durchzogen, welche mit dem Meere in Verbindung stehen und durch dieses gefüllt werden; so fällt die Oberfläche des ruhigen Wassers in denselben mit der geometrischen Oberfläche der Erde zusammen. Die Unebenheiten des Festlandes übrigens, von denen also bei der allgemeinen Betrachtung der Erdgestalt abstrahirt wird, sogar die höchsten Gebirgszüge sind im Vergleich zu den Dimensionen der Erde fast verschwindend klein, kaum den Unebenheiten der Schale einer Orange vergleichbar. Denn die höchsten Berge (die circa 7 Kilometer hoch sind) würden auf einem Globus von 18′ Durchmesser, nur mit $^1/_{100}$ Zoll, d. h. der Dicke von Zeichenpapier erscheinen; und um auf einem solchen Globus die mittlere Höhe der Continente richtig darzustellen, müsste man ihnen die Dicke des feinsten Briefpapiers geben. Das tiefste Bergwerk endlich (das etwa 2800′ hat) würde durch ein so feines Loch darzustellen sein, dass es ohne Mikroskop unsichtbar bliebe.

Von dieser geometrischen Oberfläche der Erde also behauptete die Newton'sche Theorie, dass sie die Gestalt eines Sphäroides, oder eines Revolutions-Ellipsoides besitze; so nennt man nämlich einen Körper, der durch die Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entsteht; und unter Abplattung verstehen die Geometer den Bruch, dessen Zähler die Differenz der beiden Axen, und dessen Nenner die grosse Axe der Ellipse ist; so dass also, wenn die grosse Axe 10 Maasstheile und die kleine 9 betrüge, die Abplattung $^1/_{10}$ wäre. Es ist ferner klar, dass ein abgeplattetes Sphäroid am Aequator stärker gekrümmt sein muss, als an den Polen, während die Kugel überall dieselbe Krümmung zeigen muss. Die Mathematiker definiren den Grad der Krümmung der Oberflächen in der Weise, dass sie die Länge eines bestimmten Bogens von einem Erdgrade messen; je grösser diese Länge, desto flacher ist die Oberfläche; je kürzer umgekehrt die Länge eines Grades, desto gekrümmter ist die Fläche.

Um die Newton'sche Theorie von der Gestalt der Erde zu erhärten, brauchte man also nur die Länge eines Meridiangrades unter dem Aequator, in den mittleren Breiten und nahe an den Polen zu bestimmen. Fand man diese Länge überall gleich, so war die Erde in der That eine Kugel; nahm dieselbe nach den Polen hin ab, so war die Erde ein in der Richtung der Axe verlängertes Sphäroid (etwa von der Gestalt §. 17.

einer Citrone); wenn hingegen die Länge eines Grades vom Aequator zu den Polen hin wächst, so ist die Erde wirklich ein abgeplattetes Sphäroid.

Um diese Frage zu entscheiden und weil die früheren Gradmessungen von Snellius, Picard, la Hire und Cassini keine befriedigenden Resultate gegeben hatten, schickte die französische Academie im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts zwei Commissionen von Mathematikern und Astronomen, die eine, mit Bouguer und Condamine an der Spitze, nach Peru, die andere unter Maupertuis und Clairault nach Lappland. Später liess man die dort gewonnenen Resultate im Jahre 1792 durch Mechain, Delambre, Biot und Arago an einem Meridianbogen verificiren; welcher sich von Dünkirchen bis zur Insel Formentara im Mittelländischen Meere erstreckte und etwas mehr als zwölf Grade umfasste. Diese letztere Gradmessung wurde deshalb die wichtigste unter allen, weil sie zugleich mit einer durchgreifenden Reform von Maass und Gewicht verbunden wurde, indem man den aus dieser Messung abgeleiteten Zehnmillionsten Theil des Erdquadranten unter dem Namen Meter als Längeneinheit annahm und auf dieses alle übrigen Maasse und Gewichte bezog, welche nach dem Decimalsystem eingetheilt wurden. In der neueren Zeit wurden dann noch speciellere Gradmessungen durch Gauss im Hannöverischen, Svanberg in Lappland, Schumacher in Däuemark, Struve in Russland, Bessel und Bayer in Preussen vorgenommen. Alle diese Arbeiten bestätigten nun zwar den allgemeinen Satz der Abplattung, wichen aber in ihren speciellen Resultaten eingermaassen von einander ab, wie dies wohl nicht anders sein kann, da, wie schon oben bemerkt, die Erde kein genau geometrisches Sphäroid bildet, sondern vielfache Unregelmässigkeiten, Erhöhungen und Depressionen darbietet, welche auf die Messung selbst und auf die Resultate derselben bedeutenden Einfluss üben müssen.

§. 18. Die definitiven Resultate der Messungen wechseln etwa in dem Grade, dass Bessel eine Abplattung von $^1/_{299}$, Bowditch von $^1/_{301}$, d'Aubuisson von $^1/_{305}$, Jefferson Cram von $^1/_{318}$ annehmen. Nach diesen verschiedenen Annahmen würden sich etwa folgende Maasse herausstellen:

Abplattung von	1/305	1/301	1/299	
Radius der Erde am Aequator . .	6376851	6377695	6377398	Meter.
Radius an den Polen	6355943	6356774	6356079	„
Unterschied oder absolute Abplattung	20908	20921	21319	„
Mittelgrösse des Erdradius . . .	6366397			„
Erdradius bei 45 Grad Breite . .	6366407			„
Erdradius zu Paris	6364551			„
Radius einer Kugel, welche ein ebenso grosses Volumen als die Erde hätte	6369874			„
Radius eines Kreises, dessen Länge derjenigen eines Meridianes gleichkäme	6366100			„
Oberfläche der Erde	5098857 Quadrat-Myriameter.			
Volumen der Erde	1082634006 Cubik-Myriameter.			

Man hat bekanntlich den Aequator so gut als die Meridiane in Grade abgetheilt, deren 360 auf den Kreis gehen. Die Breitegrade würden gleiche Grösse haben, wäre nicht die Abplattung, welche Ursache ist, dass sie nach den Polen zu etwas kleiner werden. Im Durchschnitt nimmt man ihre Länge zu . . . . . 111,111 Meter an.
Der 45ste Breitegrad würde aber eine Länge von 111,115 Meter haben.
Die Längegrade nehmen beständig gegen die Pole hin ab; der Längegrad bei 45 Grad beträgt . . . . 78,828 Meter.

Zur Vervollständigung der nothwendigen Kenntnisse, ohne welche ein Verständniss der meisten Distanzangaben nicht möglich wäre, gehört noch eine Angabe der gewöhnlich angewandten Wegmaasse. §. 19.

Der Meter, welcher die Basis der neueren in Frankreich üblichen Maasse bildet und jetzt überall in wissenschaftlichen Werken als Maasseinheit angenommen wird, sollte den zehnmillionsten Theil des Viertels eines Meridiankreises darstellen, oder mit anderen Worten, ein Meridianbogen der Erde sollte 40 Millionen Meter Länge haben. Durch Bessel's Untersuchungen hat sich aber herausgestellt, dass in Folge eines in dem Bogen zwischen Montjouy und Formentera begangenen Rechenfehlers, und wenn man die später in andern Ländern mit grosser Sorgfalt ausgeführten Gradmessungen berücksichtigt, der Quadrant des Erdmeridians keineswegs 10 Millionen, sondern vielmehr 10,001,421 Meter enthält; oder dass, wenn man das ursprünglich festgestellte Verhältniss des Meters zum Erdquadranten festhalten will, die Länge des Meters um 1/25 einer Linie vermehrt werden müsste, was bei wissenschaftlichen Messungen keineswegs zu vernachlässigen wäre, da diese Grösse bei einer Länge von 300 Metern bereits einen Unterschied von einem Zoll hervorbringen würde. — Es versteht sich von selbst,

dass man diese Correction nicht wirklich ausgeführt, und etwa das ganze neue Maasssystem gänzlich umgestaltet hat, nur um der theoretischen Caprice zu genügen, dem Meter ein einfaches Verhältniss zum Erdmeridian zu bewahren. Man hat das Meter vielmehr gelassen wie es war und wonach es = 0,513074 Toisen, oder auch = 3′ 11″,296 altfranzösischen Maasses ist. Und es sind vielmehr diese Verhältnisse und die drei Urmaasse, welche in Paris auf der Sternwarte, im Ministerium des Innern und im *Conservatoire des arts et metiers* aufbewahrt werden, welche in Wirklichkeit die Länge des Meters bestimmen und bewahren. — Uebrigens verliert durch all' die eben auseinandergesetzten Umstände das metrische System wenig oder nichts von seiner Vortrefflichkeit und wird bald in allen Ländern Europa's eingeführt sein. Ein Kilometer beträgt 1000 Meter, ein Myriameter 10,000 Meter.

Die gewöhnliche französische Stunde (*Lieue de France*), 25 auf einen Grad	4444,4	Meter.
Die Seestunde (*Lieue marine*), 20 auf den Grad . .	5555,5	„
Die geographische oder deutsche Meile, 15 auf den Grad	7407,0	„
Die Seemeile, 60 auf den Grad	1851,85	„
Die englische Meile	1609,31	„
Die russische Werst	1070,0	„
Das Stadium der Alten war	100,0	„

Mehre dieser Wegmaasse werden allmälig aus dem Gebrauche des Volkes schwinden.

§. 20. Um ferner zu begreifen, wie das Pendel zur Bestimmung der Erdgestalt benutzt werden kann, muss man sich erinnern, dass die Kraft, welche das aus der Gleichgewichtslage gebrachte Pendel schwingen macht, nichts Anderes als die Schwere, oder die Anziehung der Erde ist. Ferner ist es bekannt, dass die Anziehung stets um so stärker ist, je geringer die Entfernung des angezogenen Körpers von dem Anziehungsmittelpunkte ist. Wenn also die Erde an den Polen abgeplattet ist, so befindet man sich daselbst dem Centrum der Erde, welches zugleich der Anziehungsmittelpunkt ist, näher, als unter dem Aequator. Daraus folgt, dass derselbe Körper am Pole schwerer ist als am Aequator (194 Pfd. am Aequator wiegen am Pole 195) und also auch, dass ein Pendel am Pole schneller schwingt als unter niedrigen Breiten. Ein Pendel z. B., welches unter dem Aequator Secunden schwingt, das dort also 86,400 Schwingungen im Tage macht, würde bei uns ohngefähr 86,520 Schwingungen in derselben Zeit machen. Daraus ersieht man, dass wenn man dasselbe Pendel an verschiedenen Orten der Erde schwingen lässt, man aus der Anzahl seiner Schwingungen auf

die verschiedene Intensität der Schwere an diesen Orten schliessen kann; nnd da diese Intensität wiederum von der Entfernnng des Ortes mit Bezug auf den Erdmittelpunkt abhängt, so kann man durch dieses Mittel allerdings die Gestalt der Erde studieren. Und in der That hat man solche Pendelbeobachtungen an einer grossen Zahl von Orten angestellt nnd im Mittel daraus für die Abplattung der Erde $1/_{289}$ gefunden, welcher Werth sich nur wenig von dem oben angeführten und dem aus den Mondbewegungen erschlossenen entfernt. Zugleich aber haben diese ebenso bequemen als genauen Pendelbeobachtungen das Ergebniss geliefert, dass die Erdgestalt nicht absolut regelmässig ist, sondern dass die wirkliche mathematische Figur der Erde sich zu der regelmässigen Gestalt des Revolutions-Ellipsoides verhält wie etwa eine leicht bewegte Wasserfläche zu der Oberfläche des ruhigen Wassers. Diese kleinen Unregelmässigkeiten, welche man demnach in der geometrischen Erdoberfläche entdeckt hat, sind hauptsächlich der verschiedenen Dichtigkeit des Erdinnern und namentlich der starren Kruste zuzuschreiben. Begreiflich sind es besonders die grossen Gebirgsketten und Hochebenen, welche dieselben hervorbringen. Denn stets nach dem Gesetze der allgemeinen Anziehnng muss es geschehen, dass eine bedeutende Gebirgsmasse das Bleiloth von seiner normalen Richtung ablenkt, indem es dasselbe anzieht, freilich nur in einem sehr geringen Grade, da eine solche Gebirgsmasse eben doch im Verhältniss zur gesammten Masse der Erde nur unbedeutend ist. Auf der anderen Seite des Gebirges wird die Ablenkung des Bleiloths im entgegengesetzten Sinne stattfinden. Da nun die erweiterte Oberfläche der Meere, auf die sich — wie wir gesehen — alle Messungen beziehen, überall senkrecht anf der Richtung des Bleilothes steht, so muss dieselbe stets da eine Art Welle darbieten, wo diese Richtung abgelenkt ist. Demnach wird überall, wo eine Gebirgsmasse sich findet, die theoretische Meeresfläche eine entsprechende Welle nachweisen, und das erklärt zur Genüge die kleinen Unregelmässigkeiten, welche das Pendel in der Erdkrümmung nachgewiesen hat. — Diese Ablenkung des Bleiloths durch die Gebirge, von Newton bereits vermuthet, ist zuerst von Maskelyne am Shehallion in Schottland, dann vom Baron Zach am Mont Mimet bei Marseille, von Plana nnd Carlini am Mont Cenis nachgewiesen; in der jüngsten Zeit hat der General Chodzko bei Tiflis eine Abweichung von 54″ anf einen Bogen von kaum 1° entdeckt, nnd Professor Schweizer hat in der Nähe von Moskau Abweichungen von 15″ gefnnden, welche auf eine grosse Höhle oder eine ausgedehnte Schicht von sehr geringer Dichtigkeit in jenem Theile der Erdkruste schliessen lassen. Die Entdecknng dieser kleinen Abweichungen der geometrischen Erdgestalt, weit entfernt, die Astronomen und Geodäten zu entmuthigen, hat im Gegentheil ihren Eifer gesteigert, die Gestalt unseres Planeten so genau als möglich festzustellen. Die grossen Mes-

sungen, welche seit den Arbeiten Bessel's und Airy's in Ostindien, in Russland und England vollendet worden sind, haben ausserdem das Material bedeutend vermehrt, und deren Benutzung hat die vortreffliche — unter der Leitung des Oberstlieutenant H. James stehende Ordinance Survey zu folgendem Resultate für das Erdellipsoid geführt:

Aequatorialhalbmesser . . 3272531 $\pm$ 29 Toisen,
Polarhalbmesser . . . . 3261410 $\pm$ 37 „

Abplattung $\frac{1}{294,26 \pm 1,06}$.

2. Dichtigkeit der Erde.

§. 21. Die Dichtigkeit eines Körpers oder dessen specifisches Gewicht kann nicht als etwas Absolutes, sondern nur im Verhältniss zu anderen Körpern bestimmt werden. Für tropfbarflüssige und feste Körper nimmt man gewöhnlich als Maasseinheit das destillirte Wasser bei seiner grössten Dichtigkeit bei 4° C. an, wonach dann z. B. die Dichtigkeit des Goldes = 19,33, die des Silbers = 10,56, die des Lindenholzes = 0,6 sein würde. Ist die Masse eines Körpers homogen, so hat er in allen Theilen dieselbe Dichtigkeit; — ist er aber gemengt, so besitzen die einzelnen Gemengtheile verschiedene Dichtigkeiten, und es haudelt sich dann darum, seine mittlere Dichtigkeit zu bestimmen. Bei einem so ungleich gemengten Körper, wie die Erde aber ist, lässt sich die mittlere Dichtigkeit ebensowenig ganz genau bestimmen, wie ihre mathematische Gestalt; — allein auch annähernde Bestimmungen sind schon deshalb sehr wichtig, weil sie vielfache Folgerungen auf den Zustand des Erdinnereu abnehmen lassen.

Die Art und Weise, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen, kann auf verschiedene physikalische Gesetze basirt und in mehrfacher Art durchgeführt werden. Eine ältere Methode schon ist die Bestimmung durch Ablenkung des Pendels von seiner verticalen Richtung in der Nähe grösserer Massen, z. B. bedeutender Gebirgsstöcke, welche sich ziemlich isolirt über benachbarte Ebenen erheben. Diese Massen werden eine bestimmte Anziehung auf das Bleiloth ausüben, woraus man, bei zweckmässiger, genauer Messung dieser Ablenkung und bei sicherer Kenntniss des Volumens des Berges, seiner Masse und seines Schwerpunktes, seine mittlere Dichtigkeit und somit auch diejenige der ganzen Erde berechnen kann. Es würden diese Bestimmungen eine vollständige Genauigkeit gewähren, wenn es nicht einerseits unmöglich wäre, die Grösse eines noch so einfach gestalteten Berges vollkommen genau zu messen, und wenn nicht andererseits die Ablenkung des Bleilothes, welche durch die Masse des Berges bewirkt wird, ausnehmeud klein wäre, so dass die geringsten Messungsfehler

des Abweichungswinkels in der späteren Berechnung bedeutend vergrössert werden und dadurch ein unrichtiges Resultat erzeugen. Eine weitere bedeutende Fehlerquelle ist noch die, dass die Masse eines Berges fast niemals gleichförmig, sondern aus verschiedenen Gesteinen von verschiedener Dichtigkeit gemengt ist, deren gegenseitiges Verhältniss man niemals mit Genauigkeit bestimmen kann.

Eine an dem Berge Shehalliou in Wales nach dieser Methode von Hutton und Maskelyne im Jahre 1724 bis 1726 ausgeführte Messung ergab für die mittlere Dichtigkeit der Erde 4,71.

Dieselben Fehlerquellen trüben eine andere Methode, wonach man die Abnahme der Pendelschwingungen in bedeutender Höhe bestimmt und daraus die Dichtigkeit des Berges berechnet, auf welchem man sich befindet. Ein frei in der Atmosphäre aufgehängtes Pendel muss im Verhältniss zur Höhe seines Aufhängepunktes stets langsamer schwingen, weil es weiter von dem Anziehungspunkte, der seine Schwingungen bedingt, nämlich von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist. Trägt man es aber auf einen hohen Berg, statt es frei in der Atmosphäre aufzuhängen, so werden seine Schwingungen nicht in demselben Verhältnisse langsamer werden, wie in der freien Luft, weil die Masse des Berges, auf dem es sich befindet, ihre Anziehungskraft mit derjenigen des Erdmittelpunktes vereinigt und somit eine stärkere Attraction auf das Pendel ausgeübt wird, als wenn es frei aufgehängt wäre. Aus dem Unterschiede der respectiven Schwingungszeiten wird sich demnach die Anziehungskraft, welche der Berg übt, und danach seine mittlere Dichtigkeit, sowie diejenige der ganzen Erdmasse berechnen lassen. Carlini, der diese Methode auf dem Mont Cenis in Piemont im Jahre 1824 anwendete, erhielt als mittlere Dichtigkeitszahl 4,84. §. 22.

Eine dritte Methode beruht auf der Vergleichung der Schwingungen des horizontalen Pendels einer Drehwage, das durch Metallmassen von bekanntem Gewicht und Grösse angezogen wird, mit den Schwingungen eines senkrechten Pendels, welches von der Erde in Bewegung gesetzt wird. Die Grundidee des Apparates besteht demnach in einem horizontal an einem feinen Faden aufgehängten Stäbchen, mit kleinen Kugeln an den Enden, dem man grosse Metallkugeln, deren Volumen und Dichtigkeit genau bestimmt ist, auf eine gewisse Entfernung nähert, bis es in langsame Schwingungen geräth. Die Ausführung der Versuche selbst ist indessen der vielen Vorsichtsmassregeln wegen mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden. Frühere von Cavendish im Jahre 1798 angestellte Versuche ergaben für die mittlere Dichtigkeit der Erde 5,48; — spätere, von Reich in Freiberg 5,44; — neuere von Baily angestellte 5,67. §. 23.

Endlich hat Airy eine vierte Methode in Anwendung gebracht,

die auf der Vergleichung zweier Pendel beruht, von denen der eine an der Oberfläche, der andere am Grunde eines tiefen Minenschachtes angebracht ist. Die senkrechte Distanz zwischen den beiden Pendeln im Schachte der Kohlenmine Harton in Durham betrug 1256 Fuss 1 Zoll englischen Maasses. Die beiden Stationen wurden durch Telegraphen verbunden und alle von der heutigen Wissenschaft verlangten Vorsichtsmaassregeln angewandt. Airy findet für die mittlere Dichte der Erde eine weit grössere Zahl 6,566, während die von dem Schachte durchsetzten Schichten eine mittlere Dichte von 2,50 besassen.

Berücksichtigt man nun, dass die meisten Gesteine eine Dichtigkeit von höchstens 3,0 besitzen (Quarz 2,8; Orthoklas 2,58; Obsidian 2,57), und dass ein grosser Theil der Erdrinde aus Meerwasser besteht, dessen specifisches Gewicht nur wenig grösser als dasjenige des reinen Wassers ist, so wird man nicht irren, wenn man die mittlere Dichtigkeit der festen Erdkruste höchstens zu 2,5 annimmt. Es kann demnach schon diesen Bestimmungen der mittleren Dichtigkeit der Erde zufolge, keinem Zweifel unterliegen, dass der Erdkern aus schwereren Massen gebildet ist, als diejenigen sind, welche die Kruste zusammensetzen, dass aber nichts desto weniger die Anziehungskraft im Inneren der Erde nicht in demselben Maasse zunimmt mit der Näherung gegen das Centrum hin, als dies an der äusseren Oberfläche der Fall ist; — denn wäre dies der Fall, so würde die Dichtigkeit selbst der luftförmigen Stoffe dergestalt zunehmen, dass z. B. die atmosphärische Luft in einer Tiefe von 11 Meilen die Dichtigkeit des Platins haben würde, welche diejenige des Erdganzen um mehr als das Vierfache übertrifft.

3. Die innere Erdwärme.

§. 24. Man war schon seit längerer Zeit darauf aufmerksam geworden, dass die Temperatur im Inneren der Bergwerke und der Minen bedeutend höher sei, als an der Oberfläche, so dass man in unseren Klimaten z. B., selbst im strengsten Winter, bequem in tiefen Bergwerken arbeiten kann, ohne von der Kälte zu leiden. Ebenso war die constante Temperatur tiefer Keller, wonach dieselben im heissen Sommer kühl, im Winter dagegen warm erscheinen, eine allgemein bekannte Sache. Das Wasser aller, aus einiger Tiefe kommenden Quellen ist wärmer als die Mitteltemperatur des Bodens an ihrem Ausflusse. Genauere Untersuchungen wurden indess erst seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt und dadurch nicht allein die Zunahme der Temperatur nach dem Erdinneren hin überhaupt nachgewiesen, sondern auch das Gesetz, nach welchem diese Zunahme stattfindet, mit so viel Sicherheit festgestellt, dass darauf sich weitere Berechnungen über die innere Erdwärme überhaupt basiren liessen.

Man hat verschiedene Methoden versucht, um das gestellte Problem zu lösen. Die unvollkommenste war ohne Zweifel diejenige, die **Temperatur der Luft** in den Minen zu bestimmen und dieselbe mit der an der Oberfläche herrschenden Temperatur zu vergleichen. Man begreift leicht, dass die Luftzüge, welche in den Bergwerken herrschen, die Gegenwart der Beobachter selbst in den oft kleinen, eingeschlossenen Räumen, oder der Arbeiter in den grösseren Stollen, die Beweglichkeit des luftigen Elements überhaupt und die Schnelligkeit des Austausches seiner verschiedenen Temperaturen eine solche Bestimmung höchst unzuverlässig machen müssen, zumal wenn der Beobachter nur im flüchtigen Durchstreifen der Gänge die Temperatur nimmt und nicht an besonders aufgestellten Thermometern häufig wiederholte Beobachtungen anstellt. §. 25.

Eine besondere Methode glaubte man durch die Bestimmung der **Temperatur der Grubengewässer** gefunden zu haben. Wenn freilich die Quellen und springenden Wasser, welche sich so oft in den Bergwerken finden, in fast horizontaler Richtung flössen, so könnte diese Bestimmungsmethode genaue Resultate liefern, denn die Wasser würden dann die Temperatur des Gesteins annehmen, durch welches sie fliessen, und dann müsste am Orte ihres Ausflusses ihre Temperatur diejenige des umgebenden Gesteins geben. Meistens aber kommen diese Gewässer von oben herab oder von unten herauf, bringen mithin eine kältere oder wärmere Temperatur mit sich, und aus diesem Grunde sind die aus solchen Bestimmungen hervorgegangenen Resultate meist sehr falsch und verwerflich. Die Messung der stehenden Wasser in den Gruben ist ebenfalls unzuverlässig; sind dieselben tief, so bietet ihre Temperatur, der von unten aufsteigenden Ströme wärmeren Wassers wegen, eine Mittelzahl zwischen der normalen Temperatur an ihrer Oberfläche und derjenigen ihres Bodens; sind sie nur sehr seicht, so wirken Verdunstung und äussere Lufttemperatur verderblich auf das Resultat ein, und zudem kann man nie sicher sein, ob nicht Zuflüsse von oben oder unten her solche stagnirende Grubenwasser unterhalten und ihre Temperatur ändern. §. 26.

Die einzig sicheren Resultate können mithin nur durch die Messung der **Temperatur des Gesteins** selbst geliefert werden. Auch hier indess dürfen manche Vorsichtsmassregeln nicht versäumt werden. Es versteht sich von selbst, dass nur in dem festen Gesteine die Löcher gebohrt werden dürfen, in welchen man die Thermometer befestigen will, dass nicht unmittelbar nach der Bohrung der Löcher oder gar nach dem Sprengen derselben beobachtet werden darf, da die Bearbeitung des rohen Gesteins Wärme entwickelt; es müssen ferner die Thermometer an bestimmten Standorten fest aufgestellt werden, und §. 27.

zwar soviel wie möglich an Orten, welche wenig besucht und den Arbeitern unzugänglich sind, so dass nur wenig Luftzug dieselben treffen kann. Man hat sie zu diesem Endzwecke öfter in verschlossenen Nischen hinter Glas aufgestellt. Die Bohrlöcher, in welchen die Thermometer aufgestellt werden, müssen so tief als möglich in das Gestein eingetrieben werden, und zwar in einer solchen Richtung, dass die Thermometerkugel so weit als möglich von der Oberfläche des Gesteins entfernt ist; denn da das Gestein Wärme leitet, so wird seine Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe stets mit den Oscillationen der umgebenden Luft in einem gewissen Verhältniss stehen, und das Resultat wird in diesem Falle kein gleichförmiges sein. So würde in der beigefügten Fig. 2 das Thermometer *a* sehr gut aufgestellt sein, weil seine Kugel von der Oberfläche *c* des Gesteins sehr weit entfernt ist; während eine Stellung, wie die des Thermometers *b*, durchaus verworfen werden müsste, der grossen Nähe der Oberfläche wegen.

Fig. 2.



Die Löcher, in welchen die Thermometer aufgestellt werden, müssen ferner so trocken als möglich sein, da die Gegenwart von Wasser die bedeutendsten Störungen herbeiführen könnte; und dann, wenn alle die genannten Vorsichtsmaassregeln erfüllt sind, können erst die Thermometer aufgestellt werden, und zwar in der Art, dass nur der Ort der Scala, wo die Quecksilbersäule etwa stehen bleiben wird, aus dem Loche hervorschaut, welches man ganz mit Sand füllt, um den Zutritt der Luft und die dadurch bedingten Schwankungen abzuhalten. Die Scala selbst muss so gestellt sein, dass der Beobachter sein Auge in einen rechten Winkel zu ihr bringen kann, da bekanntlich bei schiefem Ablesen Beobachtungsfehler unvermeidlich sind.

§. 28. Man hatte auch an dieser Methode allerlei auszusetzen, indem man namentlich glaubte, die Zersetzung der Schwefelmetalle und anderer leicht zersetzbarer Mineralien und Erze möge eine Wärmequelle sein, deren Wichtigkeit man sogar so hoch anschlug, dass man aus ihr einzig die erhöhte Temperatur des Gesteins und der Gruben ableiten zu können glaubte. Cordier's Versuche in mehren Bergwerken Frank-

reichs, wo namentlich Schwefelkiese ausgebeutet werden, haben die Grundlosigkeit dieser Annahme nachgewiesen, und was die Erhitzung des Gesteins durch Grubenlichter, Arbeiter u. s. w. betrifft; so hat man in den Gruben von Cornwallis Versuche angestellt, die auch hier nachweisen, dass man diese Wärmequellen weit übertrieben hat. Die Grubengewässer einiger Minen in Cornwallis, welche aus verschiedenen Tiefen herstammen und in einem grossen Becken sich sammeln, zeigen eine Temperatur von 10 Graden über derjenigen der Quellen jener Gegend. Da man aber die wärmende Kraft eines Grubenlichtes und einer Bergwerkslampe eigens zu dem Zwecke dieser Berechnung bestimmte, so liess sich leicht finden, dass alle Grubenlichter sämmtlicher Arbeiter nicht hinreichen würden, die Menge der so gesammelten Grubenwasser nur um ein Zehntel Grad zu erhitzen, und es ist somit der Beweis geliefert, dass die Gegenwart der Arbeiter und der Grubenlichter in den Bergwerken durchaus nicht als eine Wärmequelle für das Gestein angesehen werden kann.

Die genauesten und folgerichtigsten Untersuchungen, welche wir über die Zunahme der Temperatur im Inneren der Bergwerke besitzen, sind von Professor Reich in Freiburg angestellt worden mit Hülfe der königlich sächsischen Bergwerksofficiere. Es wurde dabei auf folgende Art verfahren. Die Thermometer, deren man sich bediente, hatten sehr grosse Kugeln, welche, der Bequemlichkeit wegen, eine cylindrische Form hatten, und sehr lange enge Röhren, so dass mithin der Ausschlag an der Scala sehr bedeutend war. Diese letztere war in Zehntelgrade eingetheilt, und jeder Zehntelgrad war noch so gross, dass man mit ziemlicher Sicherheit ein Funfzigstel, ja selbst ein Hundertheil von einem Grade abschätzen konnte. Die Länge der Scala war demnach sehr gross. Die Thermometer wurden, ihrer Zerbrechlichkeit halber, nicht unmittelbar in die Löcher eingelassen, sondern zuvor in messingene Röhren gesteckt, dann eingesetzt und nun die Bohrlöcher sowohl als die Röhre so fest als möglich mit feinem Sande erfüllt. Vor und nach jeder Beobachtung wurde der Nullpunkt des Thermometers verificirt, da bekanntlich dieser bei guten Thermometern nach einiger Zeit wechselt. Man hatte sich ausserdem überzeugt, dass der zunehmende Luftdruck in der Tiefe der Gruben keinen Einfluss auf die Thermometer hatte. Die Orte, wo man sie aufstellte, wurden so gewählt, dass sie den Arbeitern unzugänglich waren und ausserdem so viel als möglich in derselben verticalen Linie lagen. Das oberste Thermometer wurde 1 bis 3 Meter unter der Oberfläche des Bodens eingesenkt, und zwar in festes Gestein, nie aber in Gerölle oder Schutt. War dies nicht möglich, so wurde der oberste Endpunkt oder die mittlere Bodentemperatur an der Oberfläche aus der aufsteigenden Reihe der Beobachtungen berechnet. Jedes Thermometer wurde wenigstens §. 29.

mehre Male in einem Monate beobachtet, und da die Zahl der angewandten Instrumente sehr bedeutend war, so wurdeu iu dem Zeitraume von 1829 bis 1831, während 18 Monaten, 12936 Beobachtungen angestellt. Eine solche Vervielfältigung der Beobachtungen ist nötbig, um die mannigfaltigen kleinen Fehlerquellen aufzuheben, welche trotz aller Vorsicht vorhanden sind. Die aus diesen zahlreichen Beobachtungen gezogeneu Mittel verdienen aber dann auch alles Vertrauen, und es ist nur zu wünschen, dass dem Beispiele des sächsischeu Bergwerkscorps gefolgt und an anderen Orten ebenso vollständige Beobachtungen angestellt werden mögen.

Um einen Ausgangspunkt für die Berechnung zu haben, wurde auch die mittlere Temperatur der Luft in Annaberg, wo die Beobachtungen angestellt wurden, bestimmt. Hierbei stellte sich nun das interessante Ergebniss heraus, dass diese mittlere Lufttemperatur nicht, wie dies in vielen Ländern der Fall ist, derjenigen des Bodens gleichkam, sondern dass zwischeu beiden ein Unterschied vou 1° C. etwa bestand. Es ist bekannt, dass die mittlere Bodentemperatur ebenso gut wie die mittlere Lufttemperatur iu einem bestimmten Maasse abnimmt, zu je grösserer absoluter Höhe man sich erhebt; allein die Reich'schen Versuche haben nachgewiesen, dass in dem Erzgebirge wenigstens diese Annahme nicht gleichmässig für beide Temperaturen ist, und dass, während man sich um 193,^{m}4 erhebeu muss, um die Bodentemperatur um einen Grad des Celsius'schen Thermometers abnehmen zu sehen, die mittlere Temperatur der Luft schon bei 174,^{m}2 um einen Grad abnimmt. Der Boden bleibt demnach wärmer als die Luft, und je höher man sich erhebt, desto grösser ist der Unterschied. Es hält schwer, diese Erscheinung zu erklären; ob es der längeren Schneebedeckung der höheren Gegenden zugeschrieben werden darf, ist zweifelhaft. Der Schnee ist freilich ein sehr schlechter Wärmeleiter und verhindert somit den Frost in den Boden einzudringen.

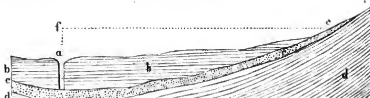
§. 30. Aus den Reich'schen Versuchen ergab sich die Bestätigung des Satzes, dass die Temperatur nach der Tiefe hin zunimmt und, abgesehen von kleinen, durch Luft und Wasserwechsel bedingten Anomalien, in grösseren Tiefen coustant bleibt. Das Mittel aus den Beobachtungen ergab eine Wärmezunahme von einem Grad für 41^{m},84. Doch fügt Reich ausdrücklich hinzu, dass ein allgemeiues Gesetz für die Wärmezunahme aus seinen Beobachtungen sich nicht ableiten lasse, und zahlreiche Versuche in verschiedenen preussischen Bergwerken ergaben, dass in der That je nach dem Gesteine, welches man ausbeutet, die Wärmezunahme eine verschiedene, und in Steiukohlengruben z. B. doppelt so gross sei als in Erzgruben. Ueberhaupt schwanken die Angaben aus anderen Ländern sehr; so fand man in den Bergwerken von Knot-Matson in der Grafschaft Waterfort in Irlaud eine Zunahme von 1° C.

auf 31 Meter; in Schottland 1° auf 63 Meter; im Ural 1° auf 23 bis 26 Meter. In den Schiefern scheint die Zunahme bedeutender zu sein als in dem Granite, und vielleicht lässt sich auch nachweisen, dass die Zunahme, je tiefer man hinabkommt, verhältnissmässig desto geringer wird, so dass man einen Irrthum begehen würde, wenn man, um die Temperatur des Erdinneren zu berechnen, eine gleichmässige Progression in demselben Maasse annehmen wollte, wie man sie in den nur wenigen hundert Fuss tiefen Bergwerken beobachtet. An vielen Stellen wird das Resultat noch durch besondere locale Verhältnisse getrübt; so hat man die Temperaturzunahme in einem, etwas über 1000 Fuss tiefen Schacht im Monte-Massi in Toscana bestimmt und gefunden, dass schon für 13^m Tiefe die Temperatur um 1° wächst. Aber dieser Schacht, obgleich nur in tertiärem Gebirge angelegt, findet sich in geringer Entfernung von den Salsen und vulcanischen Quellen und Spalten Toscana's, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass die Nähe dieser vulkanischen Erscheinungen auf die Erhöhung der Temperatur in dem Gesteine der Umgegend einen wesentlichen Einfluss ausgeübt hat.

Ein anderes Mittel, die Temperatur des Inneren der Erde zu messen, §. 31.
wird uns durch die artesischen Brunnen geboten, welche in neuester Zeit bekanntlich bis in sehr bedeutende Tiefen getrieben wurden. Erinnern wir zuerst an die Verhältnisse, unter welchen man artesische Brunnen anlegt. Es geschieht dies gewöhnlich in solchen Gegenden, wo mehr oder minder grosse Ebenen, aus porösem Gesteine gebildet, die Wasser in die Tiefe sickern lassen und dadurch ein Quellenmangel erzeugt wird. Wenn es schon fast nirgends auf der Erde eine vollständige Ebene giebt, so kann man wohl behaupten, dass in geologischer Beziehung eine solche gar nirgends vorhanden ist, sondern dass alle Ebenen flache Mulden darstellen, welche mittelst ihrer Ränder an Bergketten oder Hügelzüge sich anlehnen. Meistens sind diese Becken oder Mulden aus verschiedenen schalenförmig über einander gelegten Schichten gebildet, von denen die einen, gewöhnlich Sandlager, Sandsteine oder zerklüftete Kalklager, das Wasser überall durchsickern lassen, die anderen, wie namentlich Thon- und Mergelschichten, undurchdringlich für dasselbe sind. Es handelt sich nun bei Anlegung eines artesischen Brunnens darum, in der Tiefe eines Beckens eine solche wasserführende Schicht zu finden, die von dem Gebirge her gespeist wird, an welches sich die Schichten des Beckens anlehnen. Wird nun ein senkrechtes Bohrloch in die Tiefe hinabgetrieben, so wird in dem Augenblicke, wo es die wasserführende Schicht erreicht, der Wasserstrahl aus derselben durch das Bohrloch mit einer Kraft emporsteigen, welche dem Drucke, den es in der Erstreckung von dem Gebirge her erleidet, proportional ist.

Fig. 3 stelle den idealen Durchschnitt eines solchen Beckens dar, dessen horizontale obere Lage *b* aus porösem Kalksteine und Sandsteine bestehen möge. Unter diesen Lagern zieht sich eine Sandschicht

Fig. 3.



c fort, welche oben und unten von Mergellagern eingeschlossen ist, die das Ausweichen des Wassers nach beiden Seiten hin verhindern. Diese ganze Gesteinsfolge ruht auf den Schichten *d*, welche nach rechts hin sich erheben und eine Hügelkette bilden, an deren Rande die Sandschicht *c* zu Tage kommt. Die von der Hügelkette durchsickernden Tagwasser werden sich nach und nach in der Sandschicht *c* ansammeln, in dieser nach der Tiefe des Beckens hinablaufen und dort sich anhäufen, wenn sie keinen anderen Ausweg finden; wird nun das Bohrloch *a* durch die horizontalen Schichten bis in die wasserführende Sandschicht *c* hinabgetrieben, so wird der Krümmung des Beckens zufolge das Wasser in demselben mit einem Drucke emporsteigen, der es bis zu der Höhe von *f* emportreibt, eine Höhe, welche mit dem Punkte *e*, wo das Sandlager an der Hügelkette zu Tage geht, in einer horizontalen Ebene liegt. Es ist nun klar, dass das Wasser, welches aus dem Bohrloche emporsteigt, die Temperatur des Punktes haben muss, von welchem aus es in die Höhe dringt, und dass die Abkühlung, welche es durch das Aufsteigen im Bohrloch erleidet, um so geringer sein muss, je schneller und mächtiger es überhaupt fliesst.

§. 32. Die Temperaturbestimmungen in artesischen Brunnen können besonders deshalb Fehlerquellen darbieten, weil man niemals mit vollständiger Sicherheit weiss, woher die Gewässer kommen, welche durch das Bohrloch aufsteigen. Die Abkühlung, welche das Wasser, wenn es in bedeutenderem Strahle fliesst, durch die Gesteinsschichten erleidet, ist allerdings nur gering, aber gerade deshalb können Wasser, die aus bedeutenderer Tiefe kommen, durch das Bohrloch aufsteigen und so eine bedeutend höhere Temperatur mitbringen, als eigentlich an dem Endpunkte des Bohrloches existirt; denn man muss wohl in's Auge fassen, dass man mit dem Bohrloche nicht den Grund der unterirdischen Quelle erreicht, sondern dass man mittelst desselben nur die Decke durchbricht, welche das Wasser verhinderte, in die Höhe zu steigen. Es wiederholen sich nur hier die Verhältnisse, welche man schon bei

den gewöhnlichen Quellen eintreten sieht. Die meisten derselben haben nicht die mittlere Bodentemperatur, wie man glauben sollte, sondern sind etwas wärmer, sind also schwache Thermen, welche ans geringer Tiefe aufsteigen. Die warmen und heissen Quellen kommen offenbar ans bedeutenderer Tiefe hervor und bringen die Temperatur des Punktes mit, von welchem aus sie anfsteigen. Ihre Ausflussöffnung an der Oberfläche ist demnach gewissermaassen nur ein natürliches artesisches Bohrloch, durch welches eine grössere Tiefe erreicht worden ist. Man setze aber den Fall, dass über den Karlsbader Quellen noch Gesteinsschichten lägen von einigen hundert Fussen Mächtigkeit, durch welche ein Bohrloch hindurchgetrieben würde. In dem Augenblicke, wo dieses Loch die Kalksinterdecke der Sprudelquellen durchsenkt hätte, würde eine Quelle hervorspringen, mit einer Temperatur, die um 60° höher sein würde, als man nach dem erbohrten Punkte erwarten müsste. Das angeführte Beispiel bildet ein Extrem; aber dass ähnliche Verhältnisse, wie bei den meisten gewöhnlichen Quellen, auch in den artesischen Brunnen grösstentheils vorliegen, geht schon daraus hervor, dass die Temperaturzunahme im Allgemeinen in denselben weit bedeutender ist als in den Bergwerken.

Das Bohrloch von Grenelle bei Paris ist 540 Meter tief und das daraus hervorfliessende Wasser hat etwa 28° Wärme. Bei 400 Meter zeigt das Thermometer 23°,75, bei 505 Meter 26°,43. Man kann die Berechnung dieser Beobachtung auf zwei verschiedene Arten vornehmen; die mittlere Lufttemperatur ist in Paris der mittleren Bodentemperatur gleich und beträgt 10°,6; geht man von dieser Zahl, und somit von dem Niveau des Bodens bei der Berechnung aus, so erhält man eine Temperaturzunahme von 1° auf je 31m,9 Tiefe. §. 33.

In den Kellern des Observatoriums, welche 28 Meter tief sind, hat man seit langer Zeit feste Thermometer aufgestellt, deren jährliche Schwankungen ausserhalb der Grenzen aller Beobachtungen fallen und deshalb = 0 zu setzen sind; diese Thermometer zeigen eine constante Temperatur von 11°,7 und wenn man von diesem Punkte bei der Berechnung ausgeht, so findet man auf 32m,3 eine Wärmezunahme von einem Grade — was darauf hinzudeuten scheint, dass die obere Erdschicht besser leitet, mithin verhältnissmässig mehr Wärme verliert als die untere. Berechnet man nach diesen Resultaten, welche Temperatur das Wasser haben muss, das aus dem 548 Meter tiefen Brunnen hervorströmt, so erhält man die Zahl 27°,76 und in der That zeigt das an der Oberfläche ankommende Wasser eine constante Temperatur von 27°,6, so dass demnach die Abkühlung, welche es auf dem Wege durch das Bohrloch erleidet, nur 0°,16 betragen würde.

Mit den bei Grenelle erhaltenen Resultaten stimmen die meisten in anderen Bohrlöchern erhaltenen Angaben überein; bei Mondorf im §. 34.

Luxemburgischeu, wo man mit dem Bohrloche eine Tiefe von mehr als 700 Meter erreicht hat, zeigten die Thermometer bei 671 Meter Tiefe 34 Grad, und ergaben demnach eine Zunahme von einem Grad auf je 29ᵐ,60 Tiefe. In Neusalzwerk in Westphalen fand man bei 622 Meter Tiefe 31⁰,25 und eine Zunahme von einem Grad auf je 29ᵐ,2. In Pregny bei Genf hat man mit einem Bohrloche von 223ᵐ,7 Tiefe keine springende Quelle erreicht, das Bohrloch ist bis an den Rand mit einer zähen Schlammschicht gefüllt, welche kaum einen Anstausch der Temperaturen zulässt; die Zunahme betrug je einen Grad auf 29ᵐ,71.

Man wird deshalb nicht von der Wahrheit abweichen, wenn man annimmt, dass in den artesischen Brunnen auf je 30 Meter Tiefe die Temperatur um einen Grad zunimmt.

Indessen haben sich auch hier manche bemerkenswerthe Abweichungen gezeigt. In der Nähe von Nenfen in Würtemberg sind die verschiedenen Schichten des Jura bis auf die Schiefer des Lias mittelst eines 385 Meter tiefen Bohrloches durchsenkt worden; die Zunahme der Temperatur ist so bedeutend, dass die Thermometer auf dem Grunde des Bohrloches 38⁰,7 zeigten, und dass anf je 10ᵐ,5 Tiefe die Temperatur um einen Grad zunahm, eine Zunahme, die mithin das gewöhnliche Maass dreimal übertrifft. Diese Anomalie scheint sich indessen daraus zu erklären, dass in der Nähe von Neufen und Urach eine Menge von basaltischen Kegeln sich befinden, die eine verhältnissmässig sehr junge geologische Erscheinung sind und auf einen noch in der dortigen Gegend thätigen Vulcanismus hindeuten dürften.

Auf der anderen Seite besitzt man Beobachtungen aus Bahia in Südamerika, wo, weit entfernt eine Zunahme zu constatiren, der Beobachter vielmehr in einem Bohrloche von 61 Meter Tiefe eine Abnahme von drei Graden fand. Vielleicht lässt sich diese Anomalie dadurch erklären, dass das Seewasser durch den Bodeu durchsickerte und bis in den Brunnen drang, und dass demnach die Temperatur des Bodens durch dieses eindringende kalte Seewasser um ein Bedentendes erniedrigt wurde.

§. 35. Wir führten oben die Thatsache an, dass in den Kellern des Observatoriums zu Paris eine constante Temperatur herrsche nnd die verschiedenen Schwankungen des Thermometers, welche wir an der Oberfläche beobachten, in dieser Tiefe nicht mehr sichtbar sind; der Boden nimmt demnach in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche stets eine constante Temperatur an, welche etwa der mittleren Jahrestemperatur der Luft entspricht. Dies ist ein allgemeines Gesetz für alle Länder, und es folgt darans, dass an denjenigen Orten, wo die mittlere Temperatur unter dem Nullpunkte steht, also auf hohen Bergen und in den Polarländern, der Boden in einer gewissen Tiefe auch beständig gefroren sein muss. Im Sommer thaut dieser gefrorene Boden durch die kurze,

aber bedeutende Hitze einige Fuss tief auf, so dass noch Sommergewächse, ja selbst einige kümmerliche Sträuche und Nadelhölzer mit flach ausgebreiteten Wnrzeln vegetiren können. In einer Tiefe von einigen Fussen aber trifft man auch im höchsten Sommer unter der aufgethauten Schicht den gefrorenen Boden an. In Jakutzk, welches unter 62° Grad nördlicher Breite liegt, fehlen Quellwasser durchaus, indem die mittlere Jahrestemperatur — 7°,55 beträgt. Ein reicher Kaufmann, Namens **Scherzin**, wollte einen Brunnen haben nnd liess deshalb einen Schacht in den gefrorenen Boden eintreiben; bei einer Tiefe von 382 englischen Fussen zeigte indess das Thermometer noch beinahe 3 Grade unter dem Gefrierpunkte. Die Beobachtungen, welche in diesem Schachte angestellt wurden, ergaben folgende Scala:

Tiefe	Temperatur	Tiefe	Temperatur
7 engl. Fuss.	— 17,12° C.	200 engl. Fuss.	— 5,00° C.
15 „ „	— 13,12° „	250 „ „	— 4,25° „
20 „ „	— 11,38° „	300 „ „	— 4,12° „
50 „ „	— 8,19° „	350 „ „	— 3,31° „
100 „ „	— 6,81° „	382 „ „	— 2,92° „
250 „ „	— 5,81° „		

Es geht aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Temperatur nach der Tiefe zwar zunimmt, dass aber kein gleichmässiges Gesetz sich aus diesen Zahlen ableiten lässt, was wahrscheinlich davon abhängt, dass der gefrorene Boden ein weit besserer Leiter ist als der nngefrorene und dass durch das Gefrorensein selbst Unregelmässigkeiten in der Dichtigkeit und Leitungsfähigkeit bedingt werden. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass man in einer Tiefe von 5 bis 600 Fuss den Nullpnnkt nnd später Zunahme der Temperatur und flüssiges Wasser gefunden haben würde.

Es hat diese gefrorene Bodenschicht von etwa 500 Fuss Dicke eine ganz besondere Wichtigkeit auch für andere Zweige der Wissenschaft; denn in ihr und nicht in reinem Polareise, wie man zuweilen annimmt, wurden die noch mit Fett und Fleisch erhaltenen Riesenthiere der Diluvialzeit gefnnden, die zu so wichtigen Folgerungen für die Wissenschaft Veranlassung gegeben haben. §. 36.

Man darf indess nicht glauben, dass deshalb, weil der Boden Sibiriens bis in eine gewisse Tiefe gefroren ist, nun auch derselbe aller Quellen gänzlich ermangeln müsse. Es finden sich in der That an den

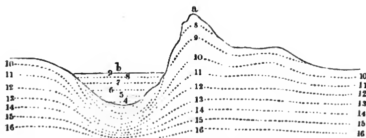
Ufern der Lena Quellen, welche das ganze Jahr hindurch sprudeln. Dass eine Quelle eine 500 Fuss dicke, gefrorene Schicht durchdringen könne, ohne selbst zu gefrieren, zumal wenn ihr Wasser kaum um einige Grade über Null erhaben ist, scheint paradox; allein man braucht sich nur die artesischen Brunnen in das Gedächtniss zurückzurufen, um eine solche Erscheinung sogleich erklärt zu finden. Das Wasser aus dem Brunnen von Grenelle durchströmt eine Bodenschicht von 540 Meter, die in ihren höchsten Theilen um 17 Grad kälter ist, als das von unten sprudelnde Wasser, und dennoch ist die Erkältung desselben kaum merklich; bei diesen Quellen Sibiriens muss dasselbe Verhältniss gelten, und eine unter der gefrorenen Schicht entstehende Quelle von einigen Graden Wärme wird eben so gut durch natürliche Canäle den gefrorenen Boden ohne bedeutende Erkältung durchströmen. Die Schwierigkeit der Erklärung dieser Quellen, mit denen man sich viel abgequält hat in der Geologie, liegt demnach nicht in der Existenz des gefrorenen Bodens, sondern vielmehr in ihrem Vorhandensein an sich, in einem ungeheuer ausgedehnten, flachen, aufgeschwemmten Lande, welches keine Quellen in seiner Tiefe ernähren kann, da das Durchdringen des atmosphärischen Wassers von oben her unmöglich ist. Diese Schwierigkeit könnte nur durch eine genaue Kenntniss der geologischen Verhältnisse Sibiriens und besonders des Zusammenhanges der tieferen Gebirgsschichten mit denjenigen der südlichen Gebirgsketten dieses Landes gehoben werden.

§. 37. Die Temperatur der Atmosphäre nimmt bekanntlich mit der Höhe, in die man sich erhebt, mehr und mehr ab, und zwar in einem solchen Maasse, dass man auf je 200 Meter etwa einen Grad Abnahme annehmen kann. Die Lufthülle, welche unseren Erdball umgiebt, verhält sich also in ähnlicher Weise wie die Erdkruste; ihre Temperatur nimmt von oben nach unten stets zu, wenngleich in fünf- bis sechsmal geringerem Maasse als in der festen Erdrinde, bei welcher man etwa auf 33 Meter einen Grad Zunahme annehmen kann. Da aber die mittlere Temperatur des Bodens, wie schon bemerkt wurde, von der mittleren Jahrestemperatur der Luft abhängt und beide fast einander gleich gesetzt werden können, so wird auch diese mittlere Bodentemperatur den äusseren Reliefformen des Landes folgen und somit der Punkt der constanten Temperatur, von welchem aus die innere Erdwärme zunimmt, in den Bergen über das Niveau der Ebene hinaufrücken. Man hat die Linien, welche man durch diejenigen Punkte der Erdoberfläche ziehen kann, die eine gleiche mittlere Jahrestemperatur besitzen, bekanntlich Isothermen genannt; — sie weichen ziemlich bedeutend von den Breitegraden ab, mit welchen sie zusammenfallen müssten, wenn die Vertheilung der Temperatur über dem ganzen Erdball eine gleichmässige wäre. In ähnlicher Weise, wie man die Isothermen con-

struirt, kann man auch Linien durch diejenigen Tiefenpunkte einer Gegend ziehen, welche dieselbe Temperatur besitzen. Man hat diese Linien Chthonisothermlinien genannt und würde bei der Verbindung dieser Linien zu Ebenen die ganze Erdkruste theoretisch in parallele Schalen theilen können, deren Dicke je einem Grad Wärmezunahme entsprechen würde. Diese Chthonisothermflächen würden daher im Allgemeinen sphäroidische Flächen darbieten, deren Krümmung aber in der Nähe der Erdoberfläche bedeutende Einbiegungen erleiden müsste, je nach dem Relief des Landes. In den Gebirgen würden sie zwar ansteigen; — da aber das Gebirge durch seine Erhebung in kältere Luftschichten bedeutender abgekühlt wird, so wird auch die Erhebung der Chthonisothermen flacher sein als die äusseren Linien des Gebirges, und sich so unter dem Gebirge, je tiefer man kommt, mehr und mehr der allgemeinen Sphäroidkrümmung anschliessen.

In ähnlicher Weise, wie in den Gebirgen die Chthonisothermen sich über das Niveau erheben, werden sie auf dem Grunde der See'n und Meere bedeutender unter das Niveau herabgedrückt werden, da vermöge der Beweglichkeit der Wassertheilchen das kältere Wasser stets nach unten sinkt und auf dem Grunde der Gewässer sich anhäuft; auch diese Einbiegungen werden indess nach und nach bei steigender Tiefe verschwinden und so die Chthonisothermen in einer gewissen Tiefe der allgemeinen mathematischen Gestalt des Erdsphäroides entsprechen. In dem folgenden Durchschnitte, Fig. 4, sei *a* das Profil einer Gebirgskette, *b* das eines Seebeckens, auf dessen Grunde die

Fig. 4.



Temperatur des Wassers etwa vier Grad beträgt, während die mittlere Bodentemperatur auf der Höhe des Gebirges sich auf acht Grad hält. Die Chthonisothermen werden diejenigen Krümmungen haben, die wir durch punktirte Linien bezeichnen, an deren Endpunkte wir die Gradzahlen setzen.

Unter den tieferliegenden Chthonisothermen ist besonders diejenige zu berücksichtigen, bei welcher das in den Boden eindringende Wasser nothwendiger Weise in Dampf verwandelt werden muss. Da mit dem

zunehmenden Drucke auch die Hitze, bei welcher das Wasser siedet und sich in Dampf verwandelt, grösser sein muss, so ist auch diese Grenze erst bei einer bedeutenden Temperatur, von 600 Graden etwa, zu finden. Unter diese Grenze, die sich etwa in einer Tiefe von $2^1/_2$ geographischen Meilen (18500 Meter etwa) befindet, wird kein Wasser hinab dringen können, und es wird dort gewissermaassen die Wasserschale der äusseren Erdkruste von einer Dampfschale getragen, deren Aufbruch nach oben durch den Gegendruck des Wassers verhindert wird, der gewissermaassen das Sicherheitsveutil für die angehäufte Dampfmasse bildet. Die Berücksichtiguug dieser unteren Wassergrenze ist besonders deshalb wichtig, weil das Wasser und der Wasserdampf bei den vulcanischen Erscheinungen eine bedeutende Rolle spielen und weil Schmelzung von Felsarten, Metamorphose und Umkrystallisirung von Gesteinen, die sonst unschmelzbar erscheinen, bei Gegenwart von Wasser und Wasserdampf in weit geringerer Temperatur stattfinden können.

---

§. 38. Aus den im Vorherigen angeführten Thatsachen, welche wir über die allmälige Temperaturzuuahme im Inneren der Erde kennen, lassen sich manche für die Geologie sehr wichtige Schlüsse über die im Inneren der Erde selbst vorhandenen Zustände ableiten. Es beruhen diese Vorstellungen zwar nothwendig auf den Thatsachen, welche die Beobachtung uns kennen gelehrt hat; nichts desto weniger aber gehen sie in das Feld der Hypothese über, wenn auch nicht so weit, als man wohl glauben möchte, und die Arbeiten der neueren Mathematik haben gezeigt, dass das Feld der Hypothesen in sehr enge Grenzen eingeschränkt werden könne, innerhalb deren unsere Vorstellungen über diese Zustände sich halten müssen.

Die Messungen der Bergwerke und artesischen Brunnen haben dargethan, dass eine zunehmende Temperatur nach dem Inneren in der Erdrinde sich zeigt, und die Beobachtung hat unmittelbar etwa 30° C. in einer Tiefe von etwa 600 Meter nachgewiesen. Viele Beobachtungen, wie namentlich die in Jakutzk und in dem Bohrloche von Grenelle angestellten weisen indessen darauf hin, dass die Erdwärme um so weniger zunimmt, die Tiefenstufe für einen Grad Wärmezunahme nm so grösser wird, je tiefer man hinabgeht, so dass man also, weun dieses Gesetz sich erweisen sollte, in grosser Tiefe auf verhältnissmässig nur weuig erhöhte Temperaturen stosseu würde, jedenfalls aber Unrecht hätte, auf solche Zunahmen zu schliessen, welche ganz übermässige Hitzegrade im Inueren ergeben würden.

Wir haben auf der Erde keine andere Wärmequelle als die Sonne — genauere Berechnungeu haben dargethan, dass die Zunahme

der Wärme im Inneren der Erde nicht von einer Concentration und Aufspeicherung der Sonnenwärme herkommen könne.

Man hat aus diesem Grunde angenommen, dass die Erde eine ursprünglich bis zur Schmelzhitze und vielleicht noch höher erhitzte Kugel sei, die sich allmälig abgekühlt habe, so dass sie jetzt aus einer äusseren, erstarrten Rinde und einem feuerflüssigen Kerne bestehe. Die Dicke der Rinde nahm man, je nachdem man von verschiedenen Vorstellungen ausging, auf $2^1/_2$ bis 6 geographische Meilen im Mittel an, und dem Kerne gab man, ebenfalls auf verschiedene Annahmen gestützt, eine Temperatur, die man nicht unter der Schmelzhitze des Roheisens schätzte.

Manche Erscheinungen weisen nun darauf hin, dass allerdings ein solcher feuerflüssiger Kern existirt. Wir verstehen unter dem Namen Lava eine Menge von verschiedenen Gesteinen, welche in geschmolzenem Zustande aus Spalten der Erde, aus sogenannten Vulcanen hervorbrechen. Die Messungen, welche man über die Schmelzhitze der Lava angestellt hat, sind bis jetzt nur an erkaltender Lava vorgenommen worden, beweisen aber eine Hitze, die der Schmelzhitze des Roheisens gleich, wenn nicht bedeutender ist, also etwa 2000 Grad beträgt. Da die Lava einem starken Drucke ausgesetzt ist, wie ihr Hervorquellen durch Schlote und Risse beweist, die mehrere tausend Fuss über dem Niveau des Meeres sich öffnen, so muss auch die Hitze im Inneren noch einen bedeutenderen Grad erreichen, als sie an der Oberfläche besitzt. Berechnet man hiernach die Tiefe, aus welcher die Lava hervorkommt, nach der Mittelzahl von 30 Metern auf einen Grad, so würde man eine Tiefe von 60,000 Metern oder etwa 9 geographischen Meilen erhalten. Es ist indessen wahrscheinlich, dass die Dicke der Erdkruste nicht überall eine gleiche ist und dass selbst hier und da zwischen ihr und dem inneren Kerne Räume existiren mögen, welche gleichsam Seen von feurig flüssiger Masse bilden, die mit leichter schmelzbaren Stoffen angefüllt sind. §. 39.

Astronomische Berechnungen von Hopkins über die Nutation der Erdaxe und die Procession der Tag- und Nachtgleiche haben erkennen lassen, dass beide Erscheinungen in anderer Weise hervortreten müssten, wenn die Erde entweder ganz feuerflüssig oder ganz fest wäre, während dagegen bei der Zusammensetzung aus einer starren Rinde und einem feuerflüssigen inneren Kerne nur dann der berechnete Werth dieser Bewegungen mit ihrem wirklichen Betrag übereinstimmen könnte, wenn die Dicke der festen Erdkruste nicht wenigstens ein Viertel des Erdradius oder etwa 1,600,000 Meter (etwa 216 geographische Meilen) betragen würde. Er würden also diese Berechnungen die Annahme eines feuerflüssigen Kernes, der durch die Vulcane mit der Erdoberfläche in §. 40.

Verbindung stände, geradezu verneinen, da eine solche Tiefe eines vulcanischen Kamines nicht gedacht werden kann und man würde sich höchstens durch die Hypothese helfen können, dass die in dieser Weise verdickte Erdkruste gleichsam ein Netzwerk bildet, innerhalb dessen sich verschiedene Blasenräume befinden, die mit einander in keinem Zusammenhange stehen und mit feuerflüssiger Lava gefüllt sind, aus welchem die Vulcane gespeist werden.

§. 41. Bedenkt man nun auf der anderen Seite, dass die Annahme eines feuerflüssigen Centralkernes und der allmäligen Erkaltung der Erde nur auf drei Beobachtungsreihen von Thatsachen beruht, nämlich auf der Zunahme der Wärme nach innen, wobei die Beobachtungen aber nur auf die fast verschwindende Grösse von höchstens einem Kilometer gehen; auf der Existenz warmer, heisser und selbst über den Siedpunkt erhitzter Quellen nnd endlich auf der Schmelzhöhe der Laven, so muss man zugestehen, dass alle diese Thatsachen nur schwankende Stützpunkte der Theorie eines Centralfeuers sind. Denn schon oben wurde bemerkt, dass die meisten und sorgfältigsten Beobachtungsreihen in Schachten und Bohrlöchern eine um so geringere verhältnissmässige Wärmezunahme darthun, je tiefer man gelangt, während im Gegentheile die stets grössere Annäherung an die Wärmeqnelle gerade eine zunehmende Vermehrung der Wärme und eine Abnahme der Tiefenstnfe bedingen müsste. — Was dann die überhitzten Quellen betrifft, so haben sich diese bis jetzt nur in vulcanischen Gegenden nnd in der Nähe von Heerden gefunden, die allen übrigen Erscheinungen nach, der Oberfläche weit näher liegen müssen, als der supponirte fenerflüssige Erdkern, und die gewöhnlichen Thermen fallen anch durchaus in das Bereich der gewöhnlichen Zunahme im Inneren. In Beziehnng anf die Vulcane endlich werden wir bei der Betrachtung derselben die Beweise finden, dass die Schlote derselben aus physikalischen Gründen nicht anf einen gemeinsamen flüssigen Kern zusammenstossen können, sondern dass im Gegentheile die einzelnen Vulcane und Vnlcangruppen durchaus abgesonderte, für sich bestehende Heerde besitzen müssen.

§. 42. Berücksichtigt man dagegen die Thatsache, dass jedes Bohrloch und jede Mine ihnen eigenthümliche nnd oft sehr verschiedene Werthe für die Wärmezunahme in der Tiefe ergeben haben, dass diese Wärmezunahme nach den Gesteinen sehr verschieden ist und in denjenigen Gesteinen, wie Kohlen, wo bedeutende chemische Zersetzungen stattfinden, eine bedeutendere Wärmezunahme ergeben, als in andern, wo kaum solche Processe stattfinden; dass ferner eine Menge von Erscheinungen, die wir später noch genauer in das Auge fassen werden und wozu namentlich einerseits die Metamorphosen der Gesteine, anderseits die Entbindungen von Gasen und Dämpfen gehören, die beständige Fort-

dauer chemischer Processe im Inneren der Gesteine bekunden, welche stets mit Entwickelung von Wärme verbunden sind, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, dass die Wärmeentwickelung überall im Inneren der Erde vor sich geht, dass die für uns messbare Summe derselben aus unzähligen kleinen Mengen sich summirt und dass sie von chemischen Processen abhängt, so dass also die Quantität der Wärmezunahme und die Grösse der Tiefenstufe, welche ein Grad Wärmezunahme bedarf, zugleich ein Maass abgeben für die Energie, mit welcher diese Processe vor sich gehen. Es werden also da, wo die geringsten Tiefenstufen sich zeigen, auch diese inneren Zersetzungsprocesse am lebhaftesten sein und für jede Localität sich ebenso ein verschiedenes Maass der Wärmezunahme wie eine specielle Tiefe herausstellen, wo die Processe am energischsten sich abwickeln und von welcher aus sie nach Unten wie nach Oben hin abnehmen. Dass diese Processe in besonderen Localitäten sich so sehr in ihrer Energie steigern können, dass Schmelzhitze eintritt, zeigen aber gerade die Vulcane — so wie dieselben auch in ihrem Zusammenhange mit ähnlichen Erscheinungen, Schlammvulcanen u. s. w. beweisen, dass jegliche Temperaturgrade zwischen der gewöhnlichen Bodentemperatur und der Schmelzhitze erzielt werden können.

4. Atmosphärische Hülle der Erde.

Die Erde ist in ihrem ganzen Umfange von einer dunstförmigen Hülle, der Atmosphäre, umgeben, welche aus elastisch flüssigem Gase besteht und durch die Schwere an der Erde zurückgehalten wird. Die Dichtigkeit der Atmosphäre nimmt, gegen den äusseren Raum hin, ab, indem die Anziehungskraft, welche die Erde auf sie ausübt, stets der Entfernung proportional geringere Einwirkung zeigt, wozu sich auch noch der Umstand gesellt, dass vermöge der elastischen Natur der Gase die Masse der Atmosphäre durch sich selbst um so mehr zusammengedrückt wird, je näher die Schichten der Erdoberfläche sich befinden. Die Beziehungen der Meteorologie zur Geologie sind ziemlich mannigfaltig, indem die durch sie bedingten Erscheinungen, wie Regen, Orkane u. s. w., mancherlei Spuren auf der festen Erdrinde zurücklassen, und andererseits das organische Leben auf der Erde ohne eine solche dunstförmige Hülle nicht möglich wäre. §. 43.

Die Atmosphäre besteht aus einem Gemenge zweier wesentlicher Gasarten, aus Sauerstoff und Stickstoff, und zwar finden sich in 100 Theilen vollkommen trockener atmosphärischer Luft, dem Gewichte nach 23,01 Theile Sauerstoff und 76,99 Stickstoff, dem Volumen nach 20,81 Sauerstoff und 79,19 Stickstoff. Auf dem festen Lande hat sich dieses Verhältniss überall vollkommen constant gezeigt, auf der Höhe §. 44.

von 22000 Fuss über dem Meere, welche Gay-Lussac mit dem Luftballon erreichte, auf Alpengipfeln, wie an dem Meeresstrande, in geschlossenen, mit Menschen überfüllten Räumen, wie an freien, jedem Winde ausgesetzten Orten. Nur auf dem offenen Meere hat man, wahrscheinlich in Folge der stärkeren Absorption des Sauerstoffs durch das Wasser, den Gehalt der Luft an Sauerstoffgas etwas geringer gefunden. Die Schwankungen, welche sonst in dem gegenseitigen Verhältnisse der beiden Hauptgase, des Sauerstoffs oder Stickstoffs, vorkommen könnten, liegen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler unserer Analysen, welche ein Zehntheil Procent des Volumens freilich nicht überschreiten. Gerade dieses Zehntel Volumprocent aber, innerhalb dessen die Beobachtungsfehler schwanken, würde allein hinreichen, um das gesammte Menschengeschlecht auf der ganzen Erde für 10000 Jahre mit Sauerstoff zu versorgen, selbst wenn keine Erneuerungsquelle desselben vorhanden wäre.

§. 45. Ausser diesen beiden constanten Gasen enthält die Atmosphäre noch eine geringe Menge von Kohlensäure, die etwa dem Gewichte nach zwischen 0,03 bis 0,06 schwankt. Im Allgemeinen scheint dieser Kohlensäuregehalt nur da eine Verringerung zu erleiden, wo durch grössere Wasserflächen eine bedeutendere Absorption der Kohlensäure stattfindet, so dass die Quantität der Kohlensäure über grösseren Seen bedeutend geringer ist und auf offenem Meere fast auf Null herabsinkt. Der Kohlensäuregehalt scheint trotz der grösseren Schwere dieses Gases kaum grösser in der Tiefe als auf den Gebirgen. Nur in der Nacht scheint ein Unterschied in dieser Hinsicht bemerkt werden zu können, was hauptsächlich von der Einwirkung der Vegetation abzuhängen scheint. Die geringe Variabilität der Menge der Kohlensäure in der Luft könnte allerdings befremden, da dieses Gas beständig auf Kosten des Sauerstoffs sowohl bereitet, als auch durch selbständige Erdprocesse in bedeutender Masse der Atmosphäre zugeführt wird. Der Zersetzungsprocess aller organischen Substanzen, das Verbrennen und Verwittern der Pflanzen, das Faulen der Thierkörper läuft zuletzt darauf hinaus, den in den organischen Substanzen stets enthaltenen Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und auf diese Weise in gasförmigem Zustande als Kohlensäure der Atmosphäre zuzuführen. Ebenso liefert das Athmen der Thiere eine ungeheure Quantität Kohlensäure und noch grössere Mengen vielleicht werden durch kohlensaure Quellen und vulcanische Ausströmungen der Luft zugeführt. Wenn nun gleich die Menge des in der ganzen Atmosphäre aufgespeicherten Sauerstoffs so gross ist, dass bei beständiger Fortdauer aller dieser Processe es eines Zeitraumes von 800,000 Jahren bedürfte, um diesen Sauerstoff zu verzehren, so ist doch leicht ersichtlich, dass ohne stete Wegnahme der Kohlensäure und ohne Regeneration des Sauerstoffs

uach und nach eine Aenderung in dem Verhältnisse der Mischnng der Atmosphäre eintreten müsste. Eine directe Wegnahme der in der Luft befindlichen Kohlensäure findet aber dnrch die atmosphärischen Niederschläge statt, deren Wasser stets eine gewisse Quantität der in der Lnft schwebeuden Kohlensäure auflöst und in Folge dieses Gehaltes wie eine, wenn auch nur sehr schwache Säure, auf die Gesteine wirkt, welche die Erdrinde bilden. Eine Regeneration des Sauerstoffs geschieht durch den Athmungsprocess der Pflanzen, welcher demjenigen der Thiere geradezu entgegengesetzt ist, indem die Pflanze Kohlensäure einsaugt und namentlich unter dem Einflusse des Sonnenlichtes Sauerstoff ausathmet. Es fiudet auf diese Weise gewissermaassen ein beständiger Kreislauf der Kohlensäure innerhalb der Atmosphäre statt, durch welchen die Kohlensäure, welche theils direct von der Erde ausgehaucht, theils durch den Verbrennungs-, Fäulniss- und Athmungsprocess organischer Substanzen auf Kosten des Sauerstoffs gebildet wird, entweder dnrch den Regen und den Thau der Erde wieder zugeführt oder durch den Athmungsprocess der Pflanzen in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt wird, welcher letztere sich wieder der Luft einverleibt. Aus den bisherigen Analysen des Kohlensäuregehaltes der Luft scheint hervorzugehen, dass diese beiden Momente der Bildung und Wegführuug der Kohlensäure einander das Gleichgewicht halten.

Hat die Atmosphäre eine Grenze oder gehorcht sie bis in die äussersten Entfernungen dem Mariotte'schen Gesetze, wonach die Dichtigkeit der Atmosphäre im Quadrate der Entfernungen abnimmt, mit anderen Worten, bildet sie eine bestimmt in sich abgeschlossene Umhüllung des Erdballes oder verbreitet sie sich, stets mehr und mehr an Dichtigkeit abnehmend, durch den ganzen Weltenraum, so dass sie gewissermaassen nur eine durch die Anziehung der Erde verdichtete Anhäufung einer allgemeinen Raumatmosphäre darstellt? Die Beantwortung dieser Frage ist von grosser Wichtigkeit, indem es von dieser Beantwortung abhängt, ob man einen aus bestimmten Gasen zusammengesetzten Aether annehmen muss, der den Raum erfüllt, oder ob man die Atmosphäre nur für einen Theil der Erde halten darf, welcher mit dieser im Raume sich dreht. Früher schon behauptete Wollaston, dass alle Atmosphären, welche wir etwa um Himmelskörper kennen, vollkommen begrenzt seien, dass die Abnahme der Verdichtung bei allen Gasarten eine bestimmte Grenze habe, dass die Elasticität an dieser Grenze aufhöre und dass das Gas sich dort mehr wie eine tropfbar flüssige, aber in's Unendliche zertheilte Flüssigkeit verhalte, dereu Atome durch keine Expansionskraft mehr von einander entfernt würden. §. 46.

Ein sehr einfacher Versuch von Faraday scheint diese Annahme zu bestätigen. Faraday nahm eine langhalsige Flasche, in welcher §. 47.

unten am Boden einige Tropfen Quecksilber sich befanden und an deren Stöpsel ein Goldblättchen befestigt wurde. Im Sommer bei warmer Temperatur, die bekanntlich die Elasticität der Gase sehr erhöht, wurde das Goldblättchen gebleicht; die Quecksilberdämpfe erhoben sich demnach bis zu dem Stöpsel. Im Winter aber, wenn man die Flasche in der Kälte hielt, zeigte das Goldblättchen nicht die mindeste Veränderung. Es war mithin offenbar, dass die Quecksilberdämpfe sich nicht mehr bis zum Stöpsel erhoben, sondern eine bestimmte obere Grenze zeigten, über welche sie in der Kälte nicht hinausgingen. Der nämliche Versuch wurde in der Art wiederholt, dass man concentrirte Schwefelsäure auf den Boden des Glases goss und oben ein Zinkblättchen anbrachte. Das Resultat war dasselbe. In der Kälte erhob sich die Atmosphäre des Schwefelsäuregases nicht bis zu dem Metalle, das durchaus nicht angegriffen wurde, während in der Wärme es sogleich corrodirt wurde.

§. 48. Aus verschiedenen Erscheinungen lässt sich nachweisen, dass die Erdatmosphäre allerdings eine bestimmte Grenze haben müsse und dass ihre Gestalt, ähnlich derjenigen des Erdkörpers, diejenige eines Rotationssphäroids sein müsse, welches freilich eine noch stärkere Abplattung besitzt als der Erdball, so dass demnach die Atmosphäre an dem Aequator eine bedeutend grössere Höhe haben muss als an den Polen. Die wahre Grenze der Atmosphäre muss da sein, wo die Wirkung der Schwerkraft, welche die Lufttheilchen an die Erde anzieht, die Elasticität oder Expansivkraft, welche sie von der Erde zu entfernen strebt, in der Weise überwindet, dass die Lufttheilchen verhindert werden, in dem leeren Raume sich weiter zu vertheilen. Die Expansivkraft vermehrt sich bei steigendem Druck und bei steigender Temperatur, ist also, da sowohl Druck als Temperatur in den oberen Luftschichten abnehmen, um so geringer, je weiter man sich von der Erde entfernt. Wenn man demnach das Gesetz der Abnahme des Druckes und dasjenige der Abnahme der Temperatur in den höheren Schichten der Atmosphäre kennte, so würde man hieraus die Grenze derselben berechnen können. Leider ist aber der letztere Factor durchaus unbekannt und das Maass des ersteren nur auf geringe Höhen hin nachgewiesen, so dass sich keine sichere Berechnung darauf gründen lässt. Dagegen lässt sich ein Maximum der Höhe der Atmosphäre allerdings bestimmen, wenn man die Rotation der Erde zu Hülfe nimmt. Die Atmosphäre selbst dreht sich mit dem Erdball, darüber kann kein Zweifel sein. Wenn demnach die Atmosphäre nicht begrenzt wäre, sondern stets abnehmend den Raum erfüllte, so müsste in einer bestimmten Höhe eine Trennung zwischen den rotirenden Lufttheilen und den im Raume ruhenden Lufttheilen stattfinden, indem die Bewegung sich nicht bis in's Unendliche fortsetzen kann. Man ersieht leicht, dass

dieses nicht möglich ist und dass demnach das Maximum der Atmosphäre durch die Grenze gegeben ist, wo die Centrifugalkraft, welche von der Rotation der Erde erzeugt wird, die Anziehungskraft der Erde selbst überwiegt. Diese Grenze würde sich unter dem Aequator etwa in einer Höhe von 5,61 Erdhalbmessern oder 4820 geographischen Meilen finden. Andererseits lässt sich bei der Voraussetzung, dass die Atmosphäre bis an ihre obere Grenze die Dichtigkeit ihrer tiefsten Schicht behalte, aus der Höhe des Barometers am Meeresstrande und aus der Vergleichung des specifischen Gewichts der Luft mit demjenigen des Quecksilbers das Minimum der nothwendigen Höhe der Atmosphäre und zwar auf eine geographische Meile berechnen. Man sieht also, dass die Wahl zwischen diesen beiden Daten einen bedeutend grossen Spielraum lässt, wie denn auch andere Berechnungen aus der Grenze der Dämmerung nach Sonnenuntergang und anderen Grundlagen die Höhe der Atmosphäre bald zu vier, bald zu sieben, bald zu neun, ja selbst bis zu siebenundzwanzig geographischen Meilen angeben.

Ebenso ergeben die Berechnungen der Abplattung der Atmosphäre an den Polen bald $^1/_{177}$, bald $^1/_{254}$, so dass man wohl sieht, wir können sagen, es muss eine Grenze der Atmosphäre und eine Abplattung derselben existiren, wir können aber genauer weder die eine, noch die andere bestimmen.

Von bedeutendem Einflusse auf die Erscheinungen, welche von der §. 49.
Atmosphäre bedingt werden, ist der Gehalt derselben an Wasserdampf, der freilich in noch weit bedeutenderem Grade veränderlich ist, als der Gehalt an Kohlensäure. Diese Menge hängt hauptsächlich von der Temperatur und von der Dichte der Luftschicht ab. Die wesentlichste Quelle, durch welche das Wasser in Dampfgestalt in die Atmosphäre gelangt, ist die Verdunstung. Man findet deshalb, dass an der Oberfläche grösserer Wassermassen, wie z. B. des Meeres oder grösserer Seen, die Luft fast beständig mit Wasserdampf gesättigt ist, dass bei Tage der stärkeren Verdunstung durch die Sonnenstrahlen wegen der Gehalt grösser ist, als bei Nacht, im Sommer grösser als im Winter, am Aequator beträchtlicher als an den Polen, in Tiefebenen bedeutender als auf hohen Gebirgen. Enthält die Luft die grösstmöglichste Menge von Wasserdampf, oder ist sie damit gesättigt, so kommen auf hundert Gewichtstheile einer solchen gesättigten Luft bei einem Barometerstande von 0,74 Meter und einer Temperatur von

— 50 C. . . .	0,20	Theile Wasserdampf.
0	0,30	„ „
+ 5	0,45	„ „
10	0,66	„ „
15	0,95	„ „
20	1,35	„ „

25 C. . . . 1,88 Theile Wasserdampf.
30 . . . . 2,57 " "

Je näher die Atmosphäre diesem Punkte der Sättigung ist, desto geringer ist bei gleichbleibendem Drucke und Wärmegrade die Menge des auf der Erdoberfläche verdunstenden Wassers.

§. 50. Ausser dieser beständig vorgehenden Verdunstung sind noch alle die Processe, welche auch Kohlensäure liefern, zur Vermehrung des Wassergehaltes der Atmosphäre thätig. An vielen Orten entströmt ausser der Kohlensäure Wasserdampf dem Boden; die heissen Quellen bringen eine grosse Menge desselben hervor; der Verbrennungs-, Zersetzungs- und Fäulnissprocess der organischen Körper, sowie das Athmen der Thiere, erzeugen auf Kosten des Sauerstoffs der Luft eine bedeutende Menge von Wasserdampf, da alle organischen Substanzen Wasserstoff enthalten, der sich bei ihrer Zersetzung oxydirt und Wasser bildet. Dieser gesammte Wassergehalt kehrt nun auf mannigfaltige Weise in Gestalt von wässerigen Niederschlägen oder Hydrometeoren, theils in tropfbar flüssiger Form als Thau, Nebel und Regen, theils in gefrorener Form als Reif, Schnee und Hagel auf die Erde zurück. Es bildet sich auf diese Weise ein vollständiger Kreislauf in den unteren Schichten der Atmosphäre, dessen Vermittlung hauptsächlich durch Winde und Wolken bedingt wird. Die Wolken sind gewissermaassen die Transportwagen, in welchen der zu kleinen Tröpfchen verdichtete Wasserdampf, der sich in einer gewissen Höhe durch die dort herrschende Kälte verdichtet hat, von dem Winde nach entfernteren Gegenden fortgeführt wird. Die Zonen unter den Wendekreisen, in der Nähe des Aequators, welche alle Bedingungen zu möglichst grosser Bildung von Wasserdampf vereinigen, nämlich ausgedehnte Meeresstrecken im Verhältniss zum festen Lande, hohen Temperaturgrad und möglichst grosse directe Einwirkung der Sonnenstrahlen, sind deshalb gewissermassen wie ein Springbrunnen anzusehen, der beständig einen ungemeinen Strahl unsichtbaren Wasserdampfes entsendet, welcher gegen die Pole hin sich ausbreitet und dort, durch die Kälte condensirt, in tropfbar flüssiger und fester Form sich ansammelt. Ein Theil der gefallenen Hydrometeore kehrt nun zwar immer wieder unmittelbar durch Verdampfung in die Atmosphäre zurück, ein anderer aber wird theils durch den Vegetationsprocess chemisch gebunden, theils auch unmittelbar von dem porösen Boden absorbirt und dringt so in die Tiefe ein, von wo aus er die Quellen und laufenden Gewässer speist. Dieses Eindringen ist begreiflicher Weise je nach den verschiedenen Gesteinsarten verschieden. Sand und Geschiebe lassen unmittelbar bis auf alle Tiefen durchsickern, während massige Gesteine gewöhnlich nur durch Klüfte und Spalten das Wasser nach unten abfliessen lassen, Thon und Mergel aber seinem Durchdringen oft absolute Hindernisse entgegen-

setzen. Indessen kann man doch im Allgemeinen sagen, dass der Boden bis auf alle Tiefen, welche man bis jetzt hat erreichen können, stets von Wasser durchdrungen ist, weshalb man denn auch in allen Bergwerken mehr oder minder von ansammelnden Grubenwassern zu leiden hat. Diese beständige Durchdringung der Gesteine mittelst langsam durchsickernder Wassermassen, welche stets von oben her aus der Atmosphäre ersetzt werden und sich je nach den Localitäten in grösseren und geringeren Tiefen sammeln, ist bisher viel zu wenig von den Geologen in's Auge gefasst worden. Alle diese eindringenden Hydrometeore enthalten eine mehr oder minder bedeutende Quantität von Kohlensäure, sowie Spuren von Salpetersäure, von Ammoniak und von organischen Substanzen, welche sie bei ihrem Durchgang durch die Luftschichten absorbirt und in sich aufgelöst haben. Abgesehen von dem Einfluss des Wassers an sich, bilden demnach diese Tagwasser durch die Bestandtheile, welche sie einschliessen, ein chemisches Agens, welches zwar ausserordentlich langsam und mit geringen Quantitäten wirkt, dafür aber auch beständig diese schwache Wirkung ausübt, so dass im Laufe der Zeiten die Summe dieser Wirkungen endlich in überraschender Weise an den Tag tritt. Eine grosse Menge von Umbildungen der Gesteine, von Veränderung ihres Aggregatzustandes, ihrer Zusammensetzung, ja selbst ihrer Lagerung, die man bisher ungeheuren Revolutionen und Kataklysmen zuschreiben wollte, sind einzig diesem langsam stetig wirkenden Zersetzungsprocesse durch die Tagwasser zuzuschreiben.

Der Niederschlag von Thau ersetzt an vielen Orten, besonders in §. 51.
wärmeren Gegenden, in welchen keine Wolken den Himmel zur Nacht decken, den Regen gänzlich. Der Thau entsteht bekanntlich durch eine hinlängliche Abkühlung des Erdbodens unter die Temperatur der unmittelbar darauf ruhenden Luftschicht und ist, wie man leicht beweisen kann, durch die Wärmeausstrahlung des Erdbodens gegen den wolkenleeren Himmel bedingt; seine Menge abzuschätzen, ist äusserst schwierig, zumal da dieselbe von so wechselnden Bedingungen, wie Wolkenbedeckung oder Windlosigkeit, in bedeutendem Maasse abhängt.

Leichter ist die Bestimmung der Menge desjenigen Wassers, welches in tropfbar flüssiger oder fester Form als Regen, Schnee oder Hagel aus der Atmosphäre niederfällt. Zu diesem Endzwecke bedarf es nur eines gegen die Verdampfung geschützten Reservoirs, welches die Menge des Wassers ansammelt, das auf eine genau gemessene Oberfläche jährlich niederfällt. Je nach den Localitäten ist die jährlich fallende Wassermenge ausserordentlich verschieden. Im Inneren der grossen Continente, wie namentlich in Persien, Arabien, in Mittelafrika und auch in Theilen der Küste von Peru regnet es nie. In unseren gemässigten Klimaten würde die jährlich fallende Wassermenge eine

Schicht von 30 Zoll Höhe bilden; in vielen Tropenländern steigt trotzdem, dass 8 Monate lang kein Niederschlag fällt, die zur Regenzeit fallende Wassermenge bis auf 90, und an manchen Orten sogar bis auf 200 Zoll. Auf der Insel Chiloe, au der Südwestküste von Amerika, regnet cs, so zu sagen, jeden Tag; — die Nordostküste von China, die Falklandinseln, die Küsten der Polarländer zeigen zwar verhältnissmässig wenig Regen, sind aber dafür beständig von dichten Nebelmassen eingehüllt.

§. 52. Die Temperaturvertheilung in der Atmosphäre, sowohl der Höhe als der Flächendimension nach, ist schon deshalb von bedeutender Wichtigkeit für den Geologen, weil von ihr die Klimate und dadurch zum grossen Theil die Vertheilung des organischen Lebens auf der Erde abhängig ist. Wir führten schon früher an, dass man diejenigen Punkte, welche gleiche mittlere Jahreswärme besitzen, bei graphischer Darstellung durch Linien mit einander verbinden kann, die man Isothermen genannt hat. Die mittlere Jahrestemperatur ist hauptsächlich abhängig von der Lage des Ortes im Verhältniss zu dem Aequator, mithin von dem Breitegrade, unter welchem er liegt, und andererseits von der Höhe über dem Meeresniveau. Je mehr man an den Bergen in die Höhe steigt, desto mehr nimmt die mittlere Jahrestemperatur ab, und ein Gleiches findet bei successiver Annäherung von dem Aeqnator gegen die Pole hin statt. Man kann deshalb Höheuisothermen nnd Breitenisothermeu unterscheiden. Beide Arten von Linien stimmen indessen durchaus nicht mit den Breitegraden oder mit den Höhenstufen genau überein. Bei Verfolguug der Breitenisothermen hat sich gezeigt, dass auf der nördlichen Halbkugel der Erde der Nordpol nicht der kälteste Pnnkt ist, sondern dass vielmehr zwei Kältepole existiren, ein asiatischer in der Nähe des Cap Taimura iu Sibirien bei 79½ Grad Breite und 120 Grad östlicher Länge von Paris — und ein amerikanischer in der Nähe der Barrowstrasse bei 78 Grad Breite nnd 97 Grad westlicher Länge. Um diese beiden Kältepole schlingen sich die Isothermen in Achterlinien oder Ellipsen herum, deren genauere Darstellung nns hier zu weit führen würde. Nnr darauf müssen wir aufmerksam machen, dass in unseren gemässigten Gegenden gerade der Meridian von Paris und London diejenige Linie bildet, in welcher die Isothermen am meisten nach Norden iu die Höhe gehen, so dass also unter diesem Meridian nnd in dessen Nähe die verhältnissmässig zu ihrer Breitenlage wärmsten Punkte auf der Erdoberfläche existiren.

Noch weit grösser sind die Abweichnngen der Höhenisothermeu von den wirklichen Maassen der Höhen selbst, was besonders von localen Verhältnissen der Gebirge abhängt. Bei einem isolirten Gebirgsstocke z. B. ist die Abnahme weit geringer als bei einer langen Kette, die ein bedeutendes Massiv bildet. Von besonderer Wichtigkeit ist

nnter den Höhenisothermen diejenige, welche man mit dem Namen der Linie des ewigen Schnees bezeichnet, und die im Allgemeinen diejenigen Punkte in der Atmosphäre verbindet, wo die mittlere Jahrestemperatur nnter Null herabsinkt und die gefrorenen Niederschläge des Winters im Sommer nicht vollständig aufthauen. Es bildet diese Linie eine Curve, oder wenn man sie zu einer Fläche ausdehnt, eine sphäroidische Fläche von weit grösserer Abplattung als die Erdoberfläche, indem diese Höhengrenze des ewigen Schnees unter dem Aequator sich etwa anf 14,800 Fuss befindet, während sie nnter dem 71. Grade nördlicher Breite auf Mageroe sich bei 2200 Fuss Höhe findet, ohne indess selbst an dem Nordpole die Oberfläche der Erde wirklich zu berühren. Es verhält sich indess mit dieser Sphäroidfläche fast ebenso wie mit der genaneren Bestimmung der mathematischen Erdgestalt, indem eine Menge von Ursachen dieselben äusserst unregelmässig machen; — so steigt die Schneelinie anf der Schattenseite der Gebirge noch weit tiefer hinnnter als auf der Sonnenseite, auf Hochebenen steigt sie höher hinanf als in Thalboden, an vereinzelten Gipfeln höher als an massigen zusammenhängenden Ketten, auf nackten Schiefer- nnd Felsflächen höher als auf grasigem Boden. Nimmt man an, dass in der Breite, wo die Schweizeralpen liegen, die mittlere Jahrestemperatur am Ufer des Meeres 12,2° betrage, so findet sich

die Höhenisotherme	von	10°	in	einer	Höhe	von	1210	Fuss.
„	„	5	„	„	„	„	3960	„
„	„	0	„	„	„	„	6710	„
„	„	— 5	„	„	„	„	9460	„
„	„	—10	„	„	„	„	12210	„

Aus der Vereinigung beider Verhältnisse, nämlich aus der Höhe §. 53.
nnd der geographischen Lage, gehen hauptsächlich die Klimate und damit die Veränderungen des organischen Lebens auf der Erde hervor. Dass die Begrenzung derselben nicht zu allen geologischen Epochen so war, wie sie sich hente zeigt, scheint aus vielfachen Thatsachen hervorzugehen, während auf der anderen Seite es mehr als wahrscheinlich ist, dass sich während derjenigen Zeit, welche unsere directen historischen Untersuchnngen nmfassen können, die Klimate in keiner Weise geändert haben. Zwar geht die allgemeine Volksmeinung dahin, dass das Klima der Erde sich allmälig verschlechtert habe, dass die Winter stets länger und kälter werden, vielleicht nur ein populärer Widerhall der allmälig znr Kenntniss der weiteren Volksschichten gelangten Ansichten Buffon's nnd seiner Zeit. Allein Arago hat nachgewiesen, dass seit Moses Zeiten, also seit 3300 Jahren, die Temperatur von Palästina sich nicht wesentlich geändert hat, indem zur damaligen Zeit schon einerseits der Wein dort noch cnltivirt werden konnte, andererseits aber anch die Frucht der Dattelpalme vollkommen reifte nnd essbar wurde,

was eine mittlere Jahrestemperatur von 21 bis 22 Graden voraussetzt. Für ähnliche Berechnungen bieten in unseren gemässigten Klimaten der Weinstock, der Oelbaum, die verschiedenen Getreidearten gewissermaassen Thermometer dar, welche nachweisen, dass die Temperatur wenigstens nicht unter einen gewissen Grad herabgesunken, oder über einen anderen sich erhoben haben kann. Dies schliesst indess nicht aus, dass geringere Variationen im Laufe einzelner Jahresreihen stattfinden können, und in der That scheinen die Beobachtungen der neueren Zeit darauf hinzuweisen, dass nach 1830 die mittlere Jahrestemperatur in unseren Gegenden sich um ein Unbedeutendes hob, um später wieder auf ihren vorigen Standpunkt zu sinken. Viele locale Veränderungen dieser Art können indess erzeugt werden durch das Abholzen der Wälder, das Austrocknen von Seen und Morästen und die Veränderung der Bodencultur, überhaupt durch Aenderung derjenigen Verhältnisse, welche alle auf Ausstrahlung und Verdunstung aus dem Boden einen mächtigen Einfluss üben können.

§. 54. Steigt man in frühere geologische Epochen zurück, so kann man namentlich aus der Vertheilung der Versteinerungen nachweisen, dass zwar im Allgemeinen schon ähnliche Begrenzungen der Faunen und Floren existirten, wie jetzt, dass aber dennoch, je mehr man in ältere Zeiten zurücksteigt, die Verschiedenheiten um so unbedeutender werden und stets mehr und mehr Arten sich finden, welche zu derselben Epoche über die ganze Erde vertheilt waren, was demnach auf eine grössere Gleichförmigkeit in der Vertheilung der Temperatur hinweist. Neben diesem Punkte tritt ein anderer hervor; die Klimate der früheren Zeitepoche sind im Durchschnitt bedeutend wärmer gewesen, als dies jetzt der Fall ist, so dass z. B. in der mittleren Tertiärzeit die Schweiz etwa ein Klima besass, wie Nordafrika, während dasjenige Islands dem Klima des heutigen Mittel-Deutschlands entsprach.

Man hat auf vielfache Weise versucht, das Maass der Temperatur zu bestimmen, welches in früheren geologischen Epochen geherrscht haben muss, ist aber um deswillen hierbei auf Schwierigkeiten gestossen, weil man nur aus Analogien hinsichtlich der Pflanzen und Thiere schliessen konnte. Im Allgemeinen war man geneigt, diese Temperaturen viel zu hoch anzuschlagen, so dass einige Forscher selbst zu förmlichen Absurditäten gelangt sind. So schloss man aus der Gegenwart von Elephanten und Nashörnern, deren der jüngsten Tertiärzeit angehörende Reste in grosser Menge in Sibirien angehäuft liegen, dass dort eine fast tropische Temperatur in jener Epoche geherrscht haben müsse, während man jetzt nachgewiesen hat, dass diese Thiere sehr wohl in einem weit kälteren Klima, als unsere jetzigen Elephanten es bewohnen, ausdauern konnten, da sie mit einer ziemlich dichten Wolle bedekt waren, und dass sie in der That sich grösstentheils von Nadelhölzern

nährten, die im Allgemeinen mehr kälteren Klimaten angehören. Wir werden später bei der Behandlung der einzelnen Erdepochen auf diese Verhältnisse weiter eingehen müssen.

5. Das Wasser.

Gewöhnlich unterscheidet man zwei Arten von Wasser, das auf dem Festlande theils fliessende, theils in Seen angehäufte süsse Wasser und das Meerwasser, welches im Ganzen eine fast ebenso constante Zusammeusetzung behanptet, als die Atmosphäre. Die Menge des süssen Wassers auf der Erde verschwindet fast im Verhältniss zu der ungeheuren Quantität salzigen Wassers, welche Inseln und Continente umfluthet, und man kann wohl annehmen, dass das süsse Wasser nnr durch besondere Verhältnisse, wie namentlich durch Verdunstung oder durch Filtration in den Erdschichten, seines ursprünglichen Salzgehaltes entledigt worden sei. Indessen finden sich mannigfaltige Mittelstufen in dieser Hinsicht. Alles auf den Continenten befindliche sogenannte süsse Wasser enthält gewisse Bestandtheile aufgelöst, deren Menge manchmal weit bedentender sein kann, als die Menge der im Meerwasser aufgelösten salzigen Bestandtheile. Die Natur der in den süssen Wassern aufgelösten Substanzen ist aber ausserordentlich verschieden, da dieselben durch Anslaugen aus den verschiedenen Gesteinen gewonnen werden, durch welche das Wasser hindurchrinnt. Uebersteigen diese Bestandtheile ein gewisses Maass, so nennt man die Qnellen Mineralquellen. Süsses Wasser, wie Mineralquellen kommen indess hinsichtlich ihrer Menge und Verbreitung in keinen Betracht gegen die Quantität des Meerwassers, wenn sie gleich in geologischer Beziehung äusserst wichtig sind, da neben den an Masse weit überwiegenden Ablagerungen aus dem Meere auch Süsswasserablagerungen vorkommen, welche ganz eigenthümliche Charaktere besitzen. §. 55.

Das specifische Gewicht des Meerwassers, woraus man einigermaassen auf seinen Gehalt von Salzen schliessen kann, schwankt nur innerhalb sehr geringer Grenzen in Mitten der Oceane. In der Nähe der Küsten freilich giebt es bedeutende Verschiedenheiten, die aber hanptsächlich von der grösseren oder geringeren Menge süssen Wassers abhängen, welche durch Bäche und Flüsse in das Meer geführt wird. Meere, welche bedeutenden Zufluss an süssem Wasser erhalten und dnrch ihre geographische Lage einer nnr geringen Verdnnstung ansgesetzt sind, wie z. B. die Ostsee und das Schwarze Meer, haben einen geringeren Salzgehalt; Meere dagegen, welche verhältnissmässig zu ihrer Oberfläche geringeren Zufluss süssen Wassers haben und dabei einer bedeutenden Verdunstung ausgesetzt sind, deren Communication mit dem Ocean zugleich nur einen höchst unbedeutenden Austausch §. 56.

gestattet, wie das Mittelländische Meer, zeigen einen bedeutend höheren Salzgehalt. Folgende Tabelle der specifischen Gewichte, zu welcher wir der Vergleichung halber auch diejenigen einiger Binnenseen hinzugefügt haben, kann einen Begriff von der Stärke des Salzgehaltes der einzelnen Meere geben.

Destillirtes Wasser	1,00000
Genfersee	1,00015
Geschmolzenes Meereis	1,00057
Schwarzes Meer	1,01418
Ostsee	1,01523
Weisses Meer bei Archangel	1,01901
Meer von Marmora	1,01915
Eismeer des Nordpols	1,02664
Ocean in den Aequatorialgegenden	1,02770
Ocean der nördlichen Halbkugel	1,02829
Ocean der südlichen Halbkugel	1,02882
Mittelländisches Meer	1,02930
See Urmia in Armenien	1,16507
Todtes Meer	1,21223
See Elton in Südrussland	1,27288

§. 57. Aus diesen Zahlen schon lassen sich verschiedene Verhältnisse erschliessen, welche nicht unwichtig sind. Die Meere der Polargegenden sind specifisch leichter und um so weniger gesalzen, je mehr man sich dem Nordpole nähert; — die bedeutende Menge geschmolzenen Eises, welche ihnen durch die nördlichen Gletscher zugeführt wird, verringert ihren Salzgehalt. Die Mengung dieses Schmelzwassers mit dem Salzwasser des Meeres geht freilich nur langsam und unvollkommen vor sich, und die Nordpolfahrer haben gefunden, das namentlich an der Oberfläche um die schwimmenden Eisberge herum das Wasser fast völlig süss und dass selbst bei 1400 Fuss Tiefe der Salzgehalt in der Nähe solcher Eisberge nur unbedeutend sei. Da indessen die schwimmenden Eisberge oft mehrere hundert Fuss hoch sind und, wie sich aus dem Unterschiede ihres specificischen Gewichtes leicht ermessen lässt, nur höchstens mit einem Zehntheil ihrer Masse aus dem Wasser hervorragen, so sieht man, dass eigentlich ein jeder dieser Eisberge in einer flachen Mulde süssen Wassers schwimmt, die sich so lange erhält, bis er vollständig aufgelöst ist. Das Schwarze Meer und die Ostsee, die einen sehr niedrigen Salzgehalt haben, stehen in dieser Beziehung etwa auf einer Linie mit vielen Lagunen und Flussmündungen, in denen sich sogenanntes Brackwasser, d. h. eine Mengung von süssem und salzigem Wasser befindet. Mischungen dieser Art haben stets hinsichtlich der Thiere, welche sie bewohnen, eine eigenthümliche Physiognomie, indem viele Arten, welche im Meerwasser von gesättigtem Salzgehalt leben, in

solchem Brackwasser sich nicht aufhalten, und anderseits wieder Thiere, die sonst nur in süssem Wasser vorkommen, in Brackwasser ausdauern können. Ausser dem chemischen Einflusse des Salzgehaltes mag zu dieser Veränderung auch noch das statische Moment beitragen, indem bei Verminderung des Salzgehaltes das specifische Gewicht und damit auch der Druck, welchen die im Wasser lebenden Organismen erleiden, geringer wirken.

Das Mittelländische Meer befindet sich in einem eigenthümlichen Falle. Sein Salzgehalt ist grösser als der aller anderen Meere, und zwar liegt der Grund dieser Erscheinung in der eigenthümlichen geographischen Lage. Die heissen trockenen Winde, welche vom Süden her über die afrikanischen Wüsten kommen, reissen auf ihrem Wege über das Mittelmeer eine bedeutende Menge Wasserdampf mit sich, indem sie sich förmlich damit sättigen, und auf diese Art entsteht eine Verdunstung, die weit den Zuschuss, welchen die einströmenden Flüsse bringen, überwiegt. Deshalb geht auch immer ein Strom leichteren, weniger gesalzenen Wassers aus dem Ocean einerseits und dem Schwarzen Meer anderseits in das Mittelmeer hinein. Das Mittelmeer nimmt beständig, aber nur ungemein langsam, an Salzgehalt zu; das Schwarze Meer hingegen, bei welchem die einströmenden Flüsse überwiegen, an Salzgehalt ab. Besässe man den cubischen Inhalt der Gewässer beider Meere, sowie der Flüsse und Strömungen, die sich hinein ergiessen, nur einigermaassen genau, so könnten sich daraus die Elemente einer Rechnung ergeben, deren Ziel die Bestimmung des Alters beider Meere sein würde. Mit den bis jetzt erhaltenen Elementen ist eine solche Berechnung freilich nicht möglich. §. 58.

Die Natur der Salze, welche sich in dem Meerwasser finden, sowie die Proportion ihrer Quantität, wechseln so wenig, dass man im Allgemeinen die Zusammensetzung des Meerwassers als eine constante ansehen kann, welche nur durch die Nähe der Küsten, durch die Menge des in die Becken einströmenden süssen Wassers und durch die grossen Meeresströmungen einigermaassen modificirt wird. Durch die Nähe der Küsten kann dies in sofern geschehen, als dieselben aus alten, mit Salz geschwängerten, ausgetrockneten Meeresboden bestehen, aus welchen das Meer wieder Salz löst, wie dies die Analysen des Mittelmeeres und des atlantischen Oceans zu beweisen scheinen, deren Gewässer am meisten Salz in der Nähe der libyschen Wüste und der Sahara enthalten; durch die Menge des süssen Wassers, indem dieses weit geringere Salzmengen und in anderen Verhältnissen enthält, als in der Masse des Meerwassers, so dass abgeschlossene Becken, in welchen keine grosse Verdunstung statt hat, wie die Ostsee, das schwarze und kaspische Meer, weit geringere Salzmengen enthalten, als das Wasser der Oceane; durch §. 59.

die Meeresströmungen endlich, indem das weniger salzige Wasser der Polargegenden demjenigen des Aequators zugeführt wird. Berücksichtigt man diese Ausnahmen, so bleibt sich indessen die Menge und das Verhältniss der im Meerwasser gelösten Salze in sehr engen Grenzen gleich. Der Hauptbestandtheil ist immer Chlornatrium oder gewöhnliches Kochsalz, zu welchem eine ziemliche Menge von Chlormagnesium tritt. Merkwürdiger Weise findet sich im Durchschnitte die Kalkerde in dem Meerwasser in sehr unbedeutender Quantität vor, obgleich fast alle Schalthiere, welche das Meer bewohnen, aus derselben ihre Gehäuse bauen und es nicht unwahrscheinlich ist, dass fast aller feste Kalk, welcher sich auf der Erde befindet, erst durch lebende Organismen in dieser Gestalt fixirt wurde. Die Schalthiere sind demnach gewissermaassen organische Filtrirmaschinen, durch welche die Kalkerde, die sich im süssen Wasser stets in verhältnissmässig grösserer Menge findet und durch Strömung und Flüsse dem Meere zugeführt wird, ausgeschieden und fixirt wird. Hinsichtlich des Jods und des Broms, von denen sich nur Spuren im Meerwasser nachweisen lassen, üben einige Tangarten dieselbe Wirkung aus, so dass man in der Asche dieser Pflanzen diese Substanzen in grösserer Quantität wiederfindet. Aus theoretischen Gründen muss man schon annehmen, dass das Meer, als das Sammelbecken aller Gewässer, aus welchem nur reiner Wasserdampf durch die Verdunstung sich abscheidet, auch alle Stoffe in sich gelöst enthält, welche überhaupt in Gewässern gefunden worden sind. In der That hat man auch bis jetzt 29 Grundstoffe darin nachgewiesen, die meisten freilich nur in ausserordentlich geringen Spuren oder weil sie durch Thiere oder Pflanzen concentrirt wurden. Zu diesen letzteren gehören Silber, Kupfer, Blei, Zink, Cobalt, Nickel, Arsenik, Lithion — während Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Stickstoff, Kiesel, Bor, Eisen, Mangan, Aluminium, Magnesium, Calcium, Baryum, Strontium, Natrium und Kalium unmittelbar von Forchhammer im Meerwasser nachgewiesen wurden.

§. 60. In der folgenden Tabelle ist der Gehalt einiger Meere an festen Theilen nach Bibra zusammengestellt worden.

Ort, wo das analys. Wasser geschöpft wurde, meist in 12 Fuss Tiefe. Die Längengrade sind von dem Meridian von Greenwich an gezählt.	Zusammensetzung der abgedampften Salzrückstände in 100 Theilen						
	Salzgehalt in 1000 Theilen Wasser	Chlornatrium (Kochsalz)	Chlormagnesium	Chlorkalium	Bromnatrium	Schwefels. Kalk (Gyps)	Schwefels. Magnesia (Bittersalz)
Nordsee . . . . . 51° 9′ N. B. 3° 8′ O. L.	34,4	74,20	11,04	3,80	1,09	4,72	5,15
Atlantischer Ocean . . 20° 54′ N. B. 40° 44′ W. L.	34,7	76,05	9,00	4,00	1,15	4,60	5,20
Atlantischer Ocean . . 41° 18′ N. B. 36° 28′ W. L.	38,4	76,89	8,05	3,33	1,30	4,94	5,49
Hafen von Callao . . 12° 5′ S. B. 77° 14′ W. L.	32,8	75,80	8,87	3,68	1,23	4,54	5,88
Hafen von Tocopilla . 22° 6′ S. B. 70° 16′ W. L.	36,8	77,20	8,09	3,72	1,20	3,94	5,85
Stilles Meer, 460 F. Tiefe 25° 11′ S. B. 93° 24′ W. L.	35,2	73,47	11,64	3,45	0,87	4,60	5,97
An derselben Stelle aus 12 Fuss Tiefe . . .	34,7	74,58	10,36	3,34	1,15	4,67	5,90
Am Cap Horn . . . . 56° 32′ S. B. 68° 47′ W. L.	34,8	75,75	8,84	3,26	1,21	5,18	5,76
Atlantischer Ocean . . 0° 47′ S. B. 33° 20′ W. L.	35,7	78,14	6,54	4,33	1,46	4,36	5,17

Die ausgedehnten Analysen Forchhammer's lassen eine Zusammenstellung der verschiedenen Meere nach ihrem Salzgehalte und dem Gehalte desselben an wesentlichen Bestandtheilen, Chlor, Schwefelsäure, Kalk und Magnesia zu, wie wir sie in nachstehender Tabelle geben, welche dem aufsteigenden Salzgehalte nach geordnet ist und die Menge der einzelnen Bestandtheile in 1000 Theilen Wasser angiebt, während die Oertlichkeiten, wie in der vorhergehenden Tabelle nach Längengraden von Greenwich bestimmt sind. Es sind nur die Mittelzahlen der vielen Analysen gegeben. §. 61

Oertlichkeiten	Salzgehalt im Ganzen	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia
Ostsee	4,807	2,615	0,334	0,094	0,311
Kattegat und Sund . .	15,126	8,360	0,998	0,275	0,908
Schwarzes und Asov'sches Meer	15,894	8,800	0,958	0,243	1,019
Nordsee	32,806	18,245	2,198	0,523	2,053
Davisstrasse und Baffinsbai	33,176	18,317	2,214	0,513	2,066
Zwischen den Aleuten und den Ostindischen Inseln	33,506	18,460	2,207	0,563	2,027
Zwischen Afrika und den Ostindischen Inseln	33,868	18,670	2,247	0,557	2,055
Patagonisches Meer . .	33,966	18,804	2,215	0,514	2,076
Atlantisches Meer zwischen den Südspitzen Afrika's und Amerika's bis zum 30° N. B.	35,038	19,376	2,313	0,556	2,160
Zwischen den Aleuten und den Gesellschafts-Inseln	35,219	19,495	2,276	0,571	2,156
Atlantisches Meer zwischen der Südspitze von Grönland und der Nordspitze von Schottland und Neufundland	35,356	19,538	2,322	0,578	2,061
Atlantisches Meer zwischen 30° N. B. und der Linie von Nordschottland nach Neufundland	35,946	19,835	2,391	0,609	2,201
Atlantisches Meer zwischen dem Aequator und 30° N. B. . . .	36,169	19,989	2,348	0,595	2,220
Atlantisches Meer zwischen dem Aequator und 30° S. B.	36,472	20,019	2,419	0,586	2,203
Mittelmeer	37,936	20,889	2,470	0,642	2,277

Es bestätigen diese Analysen, wie man sieht, die aus der Bestimmung des specifischen Gewichtes gezogenen Schlüsse — und wenn man die Angaben für die Ostsee, den Sund und das Schwarze Meer, deren Zusammensetzung durch die geringe Verdunstung und das viele zuströmende süsse Wasser modificirt ist, bei Seite lässt, so zeigt sich in der Zusammensetzung und dem Verhältnisse der einzelnen Substanzen zu einander eine merkwürdige Uebereinstimmung und eine Zunahme des Salzgehaltes gegen den Aequator hin, wo in Folge der grösseren Verdampfung der Salzgehalt auch grösser ist — freilich noch geringer, als im Mittelmeer, wo ausnahmliche Verhältnisse, wie bemerkt, einwirken.

Zu näherer Vergleichung mit gänzlich abgeschlossenen Becken §. 62.
geben wir hier noch eine Tabelle, welche theils reine Süsswasserseen, theils Salzseen enthält. Die ersteren sind um so weniger salzhaltig, je mehr Schneewasser ihnen zufliesst, je geringer die Verdunstung und je weniger löslich die Gesteine sind, durch welche ihre Zuflüsse sich den Weg bahnen — die letzteren sind um so salzhaltiger, je geschwängerter der Boden mit Salz und je bedeutender die Verdunstung ist, welche in ihnen stattfindet.

	Gehalt in 1000 Theilen					
	Genfer See	Caspisches Meer (Göbel)	Van-See (Chancourtois)	Todtes Meer (Herapath)	Elton-See (Göbel)	Urmiah-See
Chlornatrium	—	3,673	9,38	121,10	131,24	190,5
Chlormagnesium	0,0087	0,632	—	78,22	105,42	5,2
Chlorcalcium	—	—	—	24,55	—	—
Chlorkalium	—	0,036	—	12,17	2,22	—
Chlormangan	—	—	—	0,06	—	—
Chloreisen	—	—	Spur	0,03	—	—
Chloraluminium	—	—	—	0,56	—	—
Brommagnesium	—	Spur	—	2,51	0,07	—
Bromkalium	—	—	—	—	—	—
Salzsaures Ammoniak	—	—	—	0,06	—	—
Schwefelsaurer Kalk	0,0352	0,490	—	0,68	—	1,8
Kieselerde	0,0016	—	0,18	Spur	—	—
Organische Substanz	—	—	—	0,62	Spuren	—
Kohlensaures Natron	—	—	8,61	—	—	—
Schwefelsaures Natron	—	—	3,33	—	—	—
Schwefelsaures Kali	—	—	0,55	—	—	—
Kohlensaure Magnesia	0,0070	0,013	0,55	—	—	—
Schwefelsaure Magnesia	0,0346	1,239	—	—	16,65	8,0
Kohlensaurer Kalk	0,0703	0,174	—	—	—	—
Summe der festen Bestandtheile	0,1574	6,294	22,60	240,56	254,60	205,5
Wasser	999,8426	993,706	977,40	759,44	745,40	794,4

Das Wasser des Genfer Sees kann, wie man sieht, fast für destillirtes Wasser gelten; dasjenige des Kaspischen Meeres ist noch trinkbar, während die Gewässer des Todten Meeres, des Elton- und Urmiah-Sees Salzlaugen darstellen, der Van-See dagegen noch immer beinahe den doppelten Kochsalzgehalt der Ostsee hat, aber denjenigen der Nordsee nicht erreicht. Die Verhältnisse aber, in welchen die einzelnen Bestandtheile in diesen Seen vorkommen und sich mengen, sind weit mannigfaltiger als bei den verschiedenen Meeren und offenbar von den Zuflüssen abhängig.

§. 63. Der Salzgehalt des Meerwassers bleibt in allen Theilen derselbe und übt, so gering er auch scheinen mag, dennoch einen bedeutenden Einfluss auf die physikalischen Eigenschaften aus, die von denjenigen des süssen Wassers wesentlich abweichen. Der Punkt der grössten Dichtigkeit des süssen Wassers findet sich bekanntlich nicht au dem Gefrierpunkte, sondern bei 4°,5 Wärme. Von diesem Punkte aus dehnt sich die Flüssigkeit bis zu dem Gefrierpunkte proportional aus, so dass das Eis leichter als das Wasser ist. In diesem abnormen Verhältniss des süssen Wassers liegt der Grund, weshalb dasselbe an der Oberfläche gefrieren kann. Wenn die äussere Kälte auf die Oberfläche des süssen Wassers einwirkt, so werden bis zu dem Punkte, wo diese äussere Temperatur auf + 4°,5 gesunken ist, diejenigen Schichten der Oberfläche, welchen diese Temperatur mitgetheilt worden ist, ihrer grösseren Schwere wegen zu Boden sinken und die unteren wärmeren Schichten statt ihrer an die Oberfläche sich erheben; schreitet aber die Kälte von dem angegebenen Punkte gegen den Gefrierpunkt fort und über ihn hinaus, so wird dieses Wechselspiel nicht mehr stattfinden, indem die oberen Schichten um so leichter werden, je mehr sie sich erkälten, und deshalb die Oberfläche behaupten. In tiefen Seen stellt sich demnach eine gleichmässige Temperatur auf dem Boden her, indem das schwere Wasser von + 4°,5 an dem Grunde sich sammelt und nicht mehr durch die hydrostatischen Bewegungen der Flüssigkeit an die Oberfläche gebracht werden kann. Da indessen durch den Boden und die Wandungen des Seebeckens dem Wasser Wärme zugeführt wird, so stellt sich die durchschnittliche Temperatur der Seen in unserer Breite zwischen + 4°,5 und 6° in einer Tiefe von mehren hundert Fussen. So fand man folgende Grade:

Bodensee	bei	370	Fuss	=	4°,5
Brienzersee	„	500	„	=	4°,8
Genfersee	„	950	„	=	5°,4
Comersee	„	400	„	=	5°,0
Thunersee	„	588	„	=	5°,2.

Mit dem Mittelmeer verhält es sich ganz anders. Sein Gefrierpunkt hängt von seinem Salzgehalte ab und findet sich etwa bei — 2°,55;

der Punkt seiner grössten Dichtigkeit bei — 2°,67. Es folgt daraus, dass die Schichten des Meerwassers, welche sich an der Oberfläche erkälten, stets zu Boden sinken und dass es keinen Punkt giebt, wo, wie bei dem süssen Wasser, kältere Schichten auf wärmeren schwimmen können; die kälter gewordenen Schichten des Meerwassers werden deshalb so lange zu Boden sinken, die unteren wärmeren Schichten verdrängen und dieselben an die Oberfläche bringen, bis die ganze Masse gleichmässig auf den Gefrierpunkt des Meerwassers herabgesunken ist. Die durch Ebbe und Fluth, sowie durch andere physikalische Bedingungen der Erdbildung hervorgebrachten Strömungen der Meeresmasse verhindern aber eine solche durchgreifende Erkältung, selbst bis in die Polargegenden hinein, und deshalb gefriert auch das Meer entweder nur äusserst schwer in langen tief einschneidenden Buchten oder gar nicht. In der That hat Bravais in den Norwegischen Fiorden beobachtet, dass das Gefrieren dieser schmalen Meeresbusen von der Menge des süssen Wassers abhängt, welche sich in sie ergiesst, und dass demnach eigentlich nur dieses süsse Wasser gefriert, das seiner geringeren Schwere wegen auf dem Meereswasser schwimmt, eine Erscheinung, die man selbst im Sommer in manchen tief eingeschnittenen Fiorden beobachten kann, wo man von der Oberfläche bis auf eine Tiefe von 4 bis 6 Fuss zuweilen ganz süsses Wasser schöpfen kann, während in grösserer Tiefe der Salzgehalt ebenso bedeutend wie im offenen Meere ist. Einigermassen starke Winde heben natürlich sogleich dies Verhältniss auf, indem sie durch die von ihnen erzeugte Wellenbewegung die verschiedenen Schichten unter einander mengen.

Es geht aus diesen Verhältnissen hervor, dass die Temperatur des Meerwassers um so mehr abnehmen muss, je weiter man in die Tiefe dringt; in der That scheinen directe Messungen dies zu bestätigen, indem man bei einer Sondirung des Meeres in 23 Grad nördlicher Breite und 136 Grad westlicher Länge in einer Tiefe von 3800 Metern, wo das Senkblei den Grund noch nicht erreichte, eine Temperatur von 1°,7 gefunden haben wollte, während das Wasser an der Oberfläche 27° Wärme hatte. An dem genannten Tiefenpunkte stand die Temperatur des Meerwassers also beinahe 3 Grad unter dem Punkte der grössten Dichtigkeit des süssen Wassers; indessen haben Beobachtungen dieser Art mancherlei Fehlerquellen zu vermeiden, wovon die grösste in dem Drucke liegt, welchen das Meerwasser bei solchen Tiefen ausübt. Da das Wasser nur äusserst wenig elastisch ist, so nimmt seine Dichtigkeit so wenig zu, dass dieselbe bei einem Drucke von 1000 Atmosphären noch nicht einmal die Dichtigkeit einer gesättigten Salzsoole (1,2) erreichen würde, obgleich bei diesem Drucke 600 Grad Wärme nöthig sein würden, um ein solches Wasser zum Sieden zu bringen. Um so ungeheurer ist der Druck, den eine solche Wasser- §. 64.

säule auf andere Körper ausübt, und welchem kein Körper widersteht. Fast Alle, welche einmal eine Ueberfahrt nach Amerika gemacht haben, kennen einen Versuch, den man zur Ergötzung auf offenem Meere anstellt. Man lässt eine vollkommen verkorkte und versiegelte Flasche mit Wein, eine Flasche Champagner z. B., bis in eine beträchtliche Tiefe mittelst eines schweren Senkbleies hinab; zieht man sie nach einiger Zeit herauf, so findet man statt Wein Meerwasser in der Flasche, trotzdem dass Kork, Siegellack u. s. w. vollkommen unversehrt erscheinen. Der gewaltige Druck hat das dichtere Meerwasser in ähnlicher Weise durch die Poren des Stöpsels getrieben, wie man Quecksilber mittelst der Luftpumpe durch Leder pressen kann, und hat so die Substitution bewirkt. Bei der Elasticität aller Stoffe, die wir bei der Construction von Apparaten verwenden können, die in eine grosse Tiefe hinabgelassen werden sollen, erscheint es fast unmöglich, reine Resultate zu erhalten, indem der Druck bis auf die Thermometerkugeln wirkt, diese zusammendrückt und durch diese Compression der Zusammenziehung des Quecksilbers entgegenwirkt. In der That wurden auch bei dem erwähnten Versuche, trotz der äusserst soliden Construction der Apparate, die in dicken Messingröhren staken, diese gänzlich durch den Druck vernichtet; das Messingrohr war wie zwischen einem gewaltigen Schraubstock zusammengedrückt, die Thermometerröhre, der Schwimmer so zusammengepresst, dass die Beobachtung gänzlich resultatlos gewesen wäre, wenn man nicht auf der Scala den Eindruck hätte bemerken können, den die Glaskugel des Schwimmers in dem Augenblicke gemacht hatte, wo der Apparat zusammengedrückt wurde. Bei directen Messungen in geringeren Tiefen fand man folgende Maasse:

Namen der Meere	Nördliche Breite	Westliche Länge	Tiefe in Fussen	Temperatur	
				In dieser Tiefe	An der Oberfläche
Atlantisches Meer . .	7°,20′	21°,59′	3234	2,20°	25,80°
Grosser Ocean	21,14	196,01	5489	2,44	26,40
„ „	25,06	156,58	1002	14,00	21,50
„ „	32,06	136,48	3556	2,21	21,45
Atlantisches Meer . .	32,20	42,30	6089	2,24	20,86
Grosser Ocean	41,12	141,58	3073	2,14	19,20
Atlantisches Meer . .	45,53	15,17	2378	9,95	14,64

Da die Winterwärme in der Nähe der Tropen niemals so tief sinkt, als die Temperaturen in grösserer Tiefe angeben, so ist es wahrschein-

lich, dass eine doppelte Art von Strömung in den grösseren Meeren existire, eine obere, von dem Aequator nach den Polen, welche das warme Wasser in dieser Richtung führt und die in dem Golfstrome z. B. vollkommen nachgewiesen ist, und eine untere, welche das an den Polen erkältete Wasser gegen den Aequator hinströmen lässt. Schlüsse dieser Art werden durch den Umstand bestätigt, dass die Binnenmeere, in welchen eine solche Strömung nicht stattfinden kann, wie z. B. das Mittelländische Meer, auf ihrem Grunde eine Temperatur zeigen, welche etwa der mittleren Temperatur des Winters in ihren Gegenden entspricht, so dass man im Mittelmeer noch bis auf 3000 Fuss hinab etwa 13 Grad Wärme findet.

Die Meere decken einen weit grösseren Flächeninhalt auf der Erde als das feste Land, dies lehrt schon ein flüchtiger Blick auf eine jede Weltkarte. v. Humboldt hat den Flächenraum näher berechnet, und zwar auf folgende Weise. Man theilt bekanntlich die Erdkugel in eine bestimmte Anzahl von Parallelkreisen, die in gleichen Abständen vom Aequator herumlaufen. Diese Breitegrade werden von den Meridianen durchgeschnitten, welche grösste Kreise darstellen, die in den Polen einander schneiden und an dem Aequator um einen Grad von einander abstehen. Auf diese Weise ist die Erdkugel in lauter Trapezoide getheilt, deren Höhe in der Richtung der Meridiane dieselbe ist, und deren dem Aequator zugewandte Seite grösser ist als die gegen die Pole gerichtete. Wenn man nun den Flächenraum eines Trapezoids in jedem Parallelkreise bestimmt, so kann man daraus den Flächeninhalt eines jeden Parallelkreises und somit den der Erde kennen. Durch eine Zusammenzählung aller Trapezoide, die auf das Meer, und aller, die auf festes Land fallen, sowie durch Abschätzung des relativen Flächengehaltes derjenigen, welche festes Land und Meer enthalten, bekommt man dann eine ziemlich genaue Uebersicht des gegenseitigen Verhältnisses beider Elemente. v. Humboldt ist auf diese Weise verfahren und zu dem Resultate gekommen, dass, wenn man die Oberfläche der Erde = 1 setzt, das Meer 0,734 und das feste Land 0,266 Theile dieser Oberfläche deckt. Das feste Land beträgt mithin nur wenig mehr als ein Viertheil, das Meer beinahe drei Viertheile der Erdoberfläche. §. 65.

Eine andere Methode, das gegenseitige Verhältniss von Meer und Land zu messen, die aber weit weniger rationell als die von Humboldt angewandte ist, besteht darin, auf dickem Papier oder Pappdeckel, welchem die Form eines Globus gegeben worden ist, die Continente und Inseln aufzuzeichnen und dann auszuschneiden. Indem man nun das Gewicht des Ausgeschnittenen mit dem Gewichte des Uebrigbleibenden vergleicht, erhält man eine approximative Schätzung, die §. 66.

aber, wie leicht einzusehen, nie die Sicherheit der anderen mathematischen Methode erreichen kann, indess zu annähernden Resultaten führt. Wie man indessen auch verfahren möge, so bleibt immer einige Unsicherheit wegen unserer unzulänglichen Kenntnisse über die Gegenden in der Nähe der Pole. Wir kennen nicht genug den Umfang des festen Landes, welches sich in der Nähe derselben befindet, und somit wird jedenfalls so lange Unsicherheit in dieser Hinsicht bestehen, bis der Flächeninhalt der Polarländer genau bekannt ist.

§. 67. Das wenige feste Land, welches sich auf der Erde befindet, ist indess noch obenein sehr ungleich auf derselben vertheilt, und zwar befindet sich in der nördlichen Hälfte ein bedeutend grösserer Flächenraum Land als in der südlichen. In der nördlichen Hemisphäre beträgt das Land 0,40 der Gesammtoberfläche, in der südlichen nur 0,12; es verhalten sich demnach diese beiden Oberflächen wie 100 zu 30. Die südliche Hemisphäre hat nicht ein Drittel so viel Land als die nördliche, und die grösste Verschiedenheit zwischen zwei Halbkugeln der Erde tritt bei der (Fig. 9 der Karte) gegebenen Projection der Erdkarte hervor. Betrachtet man die Vertheilung des festen Landes nach Zonen, so stellen sich folgende Verhältnisse heraus.

Nördliche kalte Zone 0,25.

Südliche kalte Zone 0,? Zur Zeit, als Humboldt, dem unsere Angaben entlehnt sind, diese Berechnungen anstellte, war noch kein Land in den südlichen Polargegenden bekannt, und Humboldt setzte demnach ganz einfach für die Umgebung des Südpols Null. Jetzt hat man dort das Land Adélie und noch einige andere Küstengegenden entdeckt, so dass wir sicher wissen, dass Humboldt's damalige Annahme irrig war. Wieviel aber dieses südliche Polarland betrage, dies kann auch jetzt noch nicht einmal vermuthet werden.

Nördliche gemässigte Zone	0,53
Südliche „ „	0,07
Nördliche heisse Zone	0,26
Südliche „ „	0,24.

Ein Blick auf diese Zahlen lehrt schon, dass innerhalb der Wendekreise die Vertheilung des Festlandes auf beiden Hemisphären etwa gleich sei, und dass im Mittel ein Viertel des Flächenraumes dieser Gegend vom Festlande gebildet werde. Der grösste Unterschied findet sich zwischen den gemässigten Zonen; denn während in der nördlichen Zone die Ausbreitung des Festlandes etwas mehr als die Hälfte des Flächenraumes beträgt, so hält sie sich in der südlichen noch unter einem Zehntel.

§. 68. Bei den angegebenen Verhältnissen denkt man sich die Erde nach Parallelkreisen getheilt. Man kann sie aber auch, einem Meridiane zu

Benachrichtigung.

Die beiden mit Fig. 8 und Fig. 9 bezeichneten Karten, auf welche im §. 67 und 68 (Seite 58 und 59) Bezug genommen ist, folgen mit der Schlusslieferung.



Folge, in zwei Hälften geschnitten denken, deren eine die alte Welt, die andere die neue Welt in sich fasst (siehe Fig. 8 der Karte), und wenn man nach dieser Art von Eintheilung die Verhältnisse von Festland und Meer berechnet, so findet sich in der alten Welt 0,36, in der neuen 0,17, d. h. beide Continente verhalten sich etwa wie 100 : 47. Die alte Welt ist mehr als doppelt so gross als die neue.

Man darf indess bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, dass der Flächeninhalt der verschiedenen Zonen nicht so genau mit einander in Verhältniss steht, als man gewöhnlich zu glauben geneigt ist. Man spricht meistens von der kalten Zone im Gegensatze zu der heissen, als wenn beide denselben Flächeninhalt hätten und demnach in vollkommenen Gegensatz zu einander gestellt werden könnten; dies ist aber durchaus nicht der Fall. Wenn man die Gesammtoberfläche der Erde gleich 1000 setzt, so ergeben sich folgende Verhältnisse des Flächeninhaltes der verschiedenen Zonen. §. 69.

	Eine Zone	Beide zusammengenommen
Heisse Zone	199,37455	398,74910
Gemässigte Zone	259,15550	518,31100
Kalte Zone	41,46995	82,93990
	500,00000	1000,00000.

Die heisse Zone, welche die Gegend innerhalb der Wendekreise begreift, endet bekanntlich bei einer Breite von 23 Graden und einigen Minuten. Eine leichte geometrische Deduction genügt aber, um zu zeigen, dass der Flächeninhalt, welcher zwischen dem 30sten Grade nördlicher und südlicher Breite liegt, genau ebenso gross ist als der Flächeninhalt der beiden von diesem Grade ab nach den Polen zu gelegenen Hälften zusammengenommen. Nun geht aber der 30ste Grad durch das nördliche Afrika und die Länder, welche diesem Klima entsprechen. Ueberall in diesem Breitegrade sind die Variationen des Klimas unbedeutend, der Unterschied zwischen Sommer und Winter nur gering, und die Schwankungen um die mittlere Temperatur klein. Wir können demnach behaupten, dass die Erde in zwei gleiche Hälften getheilt ist, deren eine wie ein breiter Gürtel den Aequator umfasst, während die andere Hälfte der Oberfläche an die beiden Pole vertheilt ist. Der Aequatorialgürtel hat eine fast constante Temperatur; an den Polarhälften finden sich die so sehr verschiedenen Klimate. Das meiste Festland befindet sich innerhalb des Aequatorialgürtels, wo auch die üppigste Vegetation und die reichste Entfaltung thierischen Lebens sich entwickeln.

6. Absolute Höhe verschiedener Punkte auf der Erde.

§. 70. Den allgemeinen Gesetzen der Mechanik nach bildet das Meer als tropfbare Flüssigkeit auf seiner Oberfläche ein constantes Niveau, welches in kleineren Portionen eine vollkommene Horizontalebene darstellt, während es im grossen Ganzen, wie schon früher bemerkt, die eigentliche Sphäroidgestalt der Erde giebt. Das Meeresniveau bildet deshalb eine unveränderliche Grösse, von welcher man bei Bestimmungen der Höhenpunkte auf dem festen Lande ausgeht, indem dadurch eine gemeinschaftliche Basis zur Vergleichung gegeben wird. Geringe Schwankungen abgerechnet, die von anderen Ursachen abhängen, zeigt sich deshalb auch das Barometer an dem Meeresniveau stets auf einer constanten Höhe, da überall eine gleich hohe Luftsäule auf dasselbe drückt. Indessen scheint doch aus der Vergleichung der Barometerhöhen an verschiedenen Orten hervorzugehen, dass die Oberfläche des Meeres nicht ganz derjenigen des Rotationssphäroides entspricht, sondern dass verschiedene Depressionen und Aufwulstungen vorhanden sind. Nach Humboldt würde das Maximum der südlichen Depression dem Aequator entsprechen, das Maximum der Aufwulstung dem 33ten Grade nördlicher Breite, von dort an würde sich eine nördliche Depression bemerkbar machen, welche im 64sten Grade ihr Maximum erreicht, von wo aus dann die Oberfläche des Meeres wieder sich aufzuwulsten beginne. Der Stand des Barometers, aus welchem man auf diese Depression schliesst, lässt sich indess vielleicht auch daraus erklären, dass an diesen Orten die Atmosphäre höher ist und demnach einen bedeutenderen Druck auf die Quecksilbersäule ausüben muss.

Wie dem auch sei, so hält es dennoch nicht leicht, das mittlere Niveau eines Meeres genau zu bestimmen, da die grosse Wassermasse durch zwei Ursachen beständig im fortdauernden Auf- und Abschwanken erhalten wird; nämlich einerseits durch die Winde und andererseits durch die Bewegung der Ebbe und Fluth, welche von der Anziehung des Mondes und der Sonne herrührt. Die Fluthwelle, welche von der Sonne erzeugt wird, ist bei weitem unbedeutender als die Mondfluth; beide wechseln zweimal während eines Tages mit einander ab, so dass der Unterschied von einer Ebbe bis zu einer Fluth etwa 6 Stunden beträgt. Da aber ein Sonnentag und ein Mondestag nicht genau dieselbe Grösse haben, so trifft es sich auch, dass die mannigfachsten Combinationen der beiden Fluthen mit einander entstehen. Die höchsten Fluthen finden deshalb in den Syzygien statt, bei Voll- und Neumond, wenn Sonne und Mond sich in der grössten Erdnähe und im Aequator befinden. Bei diesen sogenannten Springfluthen wirkt begreiflicherweise die Anziehung beider Gestirne übereinstimmend, während in den Quadraturen, wo diese Anziehungen im rechten Winkel

gegen einander stehen und eine die andere schwächt, die geringste Höhe der Fluth, die sogenannte Nippfluth, sich findet. Der Unterschied zwischen Ebbe und Fluth, sowie die Zeit, in welcher die Fluth ankommt, hängt ausserordentlich von der Bildung der Meeresküsten ab. In Binnenmeeren, welche nur durch geringe Oeffnungen mit dem Ocean zusammenhängen, wie die Ostsee und das Mittelmeer, verschwindet die Fluth so sehr, dass sie nur durch genaue Beobachtungen festgestellt werden kann und sonst unter dem Einflusse des Windes gänzlich verdeckt wird. Das Umgekehrte findet statt bei Buchten und Canälen, welche durch weite Oeffnungen mit dem Ocean zusammenhängen, so dass die anprallende ungeheure Wassermasse sich in ihnen staut und dadurch das Maass der gewöhnlichen Fluthen überschreitet. Dieses Maass beträgt gewöhnlich anderthalb bis zwei Meter. An den Küsten des Canales dagegen bei St. Malo und Grandville, sowie in dem Busen der Severn steigt die Fluth bis auf 15 Meter über der tiefsten Ebbe, und in der Fundybai an der Küste Nordamerika's soll diese Höhe sogar bis 23 Meter betragen. Bei solchen bedeutenden Unterschieden zwischen der Ebbe und Fluth sieht man das Meer von der Ferne her mit Wellen anwachsen, die förmlich Sturmwellen gleichen und an einem sanft geneigten Strande, wie z. B. an der Westküste Frankreichs, bei St. Malo und Mont St. Michel, ist es buchstäblich wahr, dass ganze Quadratmeilen Landes in Zwischenräumen von 6 Stunden ab- und zugedeckt werden und dass die Schnelligkeit des Wachsens so gross ist, dass ein Reiter kaum der anrückenden Fluth mit aller Anstrengung seines Pferdes zu entgehen vermag.

Schon der Fluthen wegen kann demnach die mittlere Höhe eines Meeresspiegels nur durch jahrelang mit grosser Genauigkeit fortgesetzte Beobachtungen festgestellt werden. Zu diesem constanten Verhältniss der Schwankungen aber tritt dann noch ein veränderliches in der Richtung und Kraft der Winde, welche das Wasser vor sich her stauen und so in der Richtung ihrer Wirksamkeit den Wasserspiegel erhöhen. Jeder vom Lande kommende Wind drückt das Niveau des Wassers an der Küste herab, jeder Seewind macht dasselbe schwellen, und es ist leicht begreiflich, dass an solchen Küsten, wo beständige Passatwinde wehen, die während Monaten ein und dieselbe Richtung bewahren, der Wasserspiegel je nach der Richtung dieser Winde entweder erhöht oder herabgedrückt werden muss. Deshalb sieht man dann auch in solchen Becken oder Buchten, welche den durch die Passatwinde erregten Wellen einen weiten Eintritt bieten, das Wasser in ähnlicher Weise sich stauen, wie wir dies schon bei den Fluthwellen bemerkt haben. An anderen Orten, wo die Richtung der Winde eine veränderliche ist, ist freilich die Bestimmung dieses Momentes weit schwieriger als da, wo constante Winde wehen. §. 71.

§. 72. Zu diesen beiden feststehenden Ursachen mag dann noch eine dritte kommen, auf die man freilich bis jetzt nur hingedeutet hat, ohne sie vollkommen nachweisen zu können. Dies ist die Veränderung des Niveaus durch die Anziehung, welche das feste Land auf die Meeresfläche ausübt, wodurch das Niveau gegen die Küste hin ansteigen und jedes Meer eigentlich eine concave Spiegelfläche bilden würde, deren Niveau nach allen Seiten gegen das Land hin sich erheben und in langen Buchten und Fiorden nach innen zu ansteigen würde. Fernere Beobachtungen müssen noch ermitteln, ob diese, theoretisch gegründete Annahme auch wirklich in der Natur bedeutend genug ist, um besondere Phänomene zu erzeugen.

§. 73. Diese verschiedenen Einflüsse sind auch Ursache, dass die einzelnen Meere durchaus nicht dasselbe Niveau haben, sondern zuweilen Unterschiede zeigen, die indessen früher wohl sehr übertrieben worden sind. So sollte der mittlere Stand des Rothen Meeres nach früheren Messungen weit höher sein als derjenige des Mittelmeeres, und der Unterschied zwischen dem höchsten Stande des Rothen Meeres und dem niedrigsten Stande des Mittelmeeres nicht weniger als 9,91 Meter, mithin etwa 30 Fuss betragen. Man schrieb diesen Unterschied dem Einflusse der Fluthwellen und des Passatwindes aus dem Indischen Ocean her zu. Die neusten Nivellirungen indessen, welche in Beziehung auf den Suez-Canal vorgenommen wurden, scheinen dies Resultat nicht bestätigt zu haben, sondern einen kaum merklichen Unterschied im mittleren Niveau beider Meere ergeben, so dass also der Suez-Canal nicht, wie man früher erwartete, einen bedeutenden Fall und aus diesem Grunde eine starke Strömung von dem Rothen Meere gegen das Mittelmeer erhalten, sondern im Gegentheile fast stagnirendes Wasser enthalten würde.

§. 74. Aehnliche Beobachtungen sind auch an anderen Meeren gemacht worden. So ist das mittlere Niveau der Südsee bei Panama um 3,52 englische Fuss höher als dasjenige des Mexicanischen Meerbusens bei Chagres. Da aber von dem Atlantischen Ocean aus die Fluth bei Panama sehr bedeutend ist, während sie bei Chagres äusserst gering ist, so steht zur Zeit der höchsten Fluth das Meer bei Panama 13,55 Fuss höher, zur Zeit der tiefsten Ebbe dagegen 6,51 Fuss niedriger als das Caraibische Meer bei Chagres. Der Spiegel des Mittelländischen Meeres bei Marseille liegt allerhöchstens einen Meter tiefer als derjenige des Atlantischen Meeres im Biscajischen Meerbusen; dagegen scheint das Adriatische Meer bei Triest sein mittleres Niveau etwa 8 Meter höher zu haben als das Mittelländische Meer bei Marseille, vielleicht in Folge der grösseren Anziehung in der langen Bucht des Adriatischen Meeres.

Wenn man indessen, abgesehen von diesen im Ganzen doch geringen Verschiedenheiten, das Meeresniveau als ein constantes annimmt,

so fragt es sich zuerst, ob wir auf dem Festlande Localitäten kennen, welche unter dieses Niveau herabgehen, die also, wenn ihnen ein Zugang zu dem Meere geschafft würde, von demselben angefüllt werden müssen. In der Nähe der Meeresufer sind solche Depressionen allerdings nichts Seltenes und namentlich da zu finden, wo Uferwälle von festem anstehendem Gestein hinter ihnen liegende Lagunen von dem Meere scheiden. Diese Lagunen sind einer stärkeren Verdunstung ausgesetzt als das Meer, bei welchem sich der Verlust stets erneuert, und wenn sie nicht ganz austrocknen, so wird wenigstens ihr Wasserspiegel auf eine gewisse Höhe unter das Meeresniveau herabgedrückt. Solcher Lachen und brackischer Seen giebt es an den Mündungen grösserer Flüsse in dem aufgeschwemmten Lande eine grosse Menge, wie z. B. an den Rhonemündungen, am Delta des Nils, des Mississippi und des Ganges. An vielen Stellen werden dieselben theilweise durch menschliche Anstrengung erhalten, indem man die Dämme, welche gegen Ueberschwemmung der Flüsse und gegen Einbruch des Meeres schützen sollen, stets höher und höher aufführt. In Holland finden sich grosse Culturstrecken dieser Art, welche durch gewaltige Dämme geschützt und durch künstliche Hebemittel, Wasserräder und Dampfmaschinen ausgetrocknet werden müssen. Man nennt dort solche Stellen, welche bei dem geringsten Dammbruche unrettbar dem Meere verfallen wären, Polders.

Ein bekanntes Beispiel von einer Depression unter das Niveau des Oceans ist das Becken des Kaspischen Meeres. Man nahm früher an, dass der Spiegel dieses gesalzenen Binnensees etwa 300 Fuss tiefer läge als das Niveau des Schwarzen Meeres, und man sprach viel von dieser grossen Depression und von den Verhältnissen, welche dieselbe bedingt haben könnten. Alexander v. Humboldt, der sich viel mit dem Gegenstande beschäftigt und die Messungen und Nivellirungen, welche gemacht wurden, genau revidirt hat, bringt als Endresultat heraus, dass die Depression nur 24,75 Meter betrage, und neuere Beobachtungen reduciren die Zahl gar noch auf 11,8 Meter. Man sieht daraus, wie viel auf alle die übertriebenen Declamationen zu halten ist, die man über diese vermeintlich ungemein grosse Einsenkung in der Erdrinde gemacht hat. Es liegt im Allgemeinen in der Natur der Dinge, dass man die verticalen Maasse übertreibt, die horizontalen verkürzt; allein in dem speciellen Falle ist man hierin doch zu weit gegangen. Das Becken des Kaspischen Meeres ist eigenthümlich gestaltet; es ist, namentlich nach Norden hin, ungemein seicht, und in der Nähe der Einmündung der Wolga z. B. kann man Stunden weit im Wasser vorangehen, ohne dass man eine merkliche Vertiefung des Beckens wahrnimmt. Es ist begreiflich, dass eine solche Einrichtung die Verdunstung ungemein befördert, und da die Flüsse, welche das §. 75.

Meer nähren, verhältnissmässig nur klein sind, so ist es natürlich, dass das Niveau sich tiefer stellt als in anderen Becken. Das Verhältniss brauchte sich bloss umzudrehen, und die Flüsse müssten etwas mehr Wasser zuführen als verdunstet, so würde man bald das Niveau sich erheben und dasjenige des Schwarzen Meeres erreichen sehen. Die Ausdehnung des Kaspischen Meeres würde dann freilich bei weitem grösser sein, da die umliegenden Ufer nur sehr schwaches Gefälle haben; allein kein Mensch würde dann die Depression erstaunlich finden. Kurz, wenn man nur das Augenmerk nicht auf die, durchaus von localen Verhältnissen abhängige Füllung des Kaspischen Beckens mit mehr oder weniger Wasser richtet, sondern die Bildung dieses Beckens selbst in's Auge fasst, abgesehen von seinem Wassergehalte, so verliert das ganze Phänomen das Ausserordentliche, was man lange daran hat finden wollen.

§. 76. Eine weit bedeutendere Depression als diejenige des Kaspischen Meeres findet sich am Todten Meere. Man hat die Messungen auf verschiedene Arten, theils trigonometrisch, theils barometrisch ausgeführt, und alle diese verschiedenen Systeme haben zu Resultaten geführt, die ziemlich nahe mit einander übereinstimmen. Einige Beobachter sprechen von einer Depression von nur 107 Metern; S. von Bertou, der die fleissigsten und genauesten Beobachtungen gemacht zu haben scheint, giebt 419 Meter; Russegger 426,71 Meter. Man ersieht aus diesen verschiedenen Angaben, dass hier die Depression in der That sehr bedeutend ist, und dass man wohl bei dem Todten Meere die grossen Phrasen anwenden könnte, welche man so unnütz hinsichtlich des Kaspischen Meeres verschwendete. Nicht minder auffallend ist es, dass das Todte Meer auch zugleich an Salzgehalt alle anderen übertrifft. Das Todte Meer hat keinen Ausgang, die stattfindende Evaporation hält dem Zuflusse des Jordan das Gleichgewicht. Das Thal des Jordan selbst ist zum grossen Theil unterhalb des Niveaus des Mittelländischen Meeres gelegen, und der See Tiberias sogar findet sich noch unterhalb dieses Niveaus. Eine solche Erscheinung ist nur erklärlich durch die ungeheure Evaporation, die in dem heiligen Lande stattfindet, und deren Effect, wie bekannt, noch dadurch vergrössert wird, dass es in jenem Lande fast nie regnet. Befände sich der Thalkessel, dessen

Fig. 5.



tiefster Punkt von dem Todten Meere erfüllt ist, in unseren Gegenden, so würde derselbe bis zu dem Niveau des Meeres sich füllen, und somit die ganze Gegend unter Wasser stehen. Ganz Judäa würde freilich nicht unter Wasser kommen, denn Jerusalem und viele andere Punkte liegen noch hoch über dem Meere, und Jericho mag etwa in gleichem Niveau mit dem Meere sich befinden. Das Profil des heiligen Landes ist demnach eines der merkwürdigsten, die man kennt, eben weil ein so tiefes Becken und ein ganzer Fluss unterhalb des Niveaus des Meeres liegen, das nur durch eine Bergkette von wenigen Stunden Breite davon getrennt ist.

Die meisten Binnenseen und Binnenmeere liegen oberhalb des §. 77.
Niveaus des Meeres und zwar in sehr veränderlichen Höhen. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass ein See um so niedriger liegt, je grösser er ist, und dass in bedeutenden Höhen sich nur kleinere Wasseransammlungen befinden. Es lässt sich dies sehr leicht aus der Configuration der Bergketten und der Thäler begreifen; breite Thäler finden sich ebenfalls meist nur in der Tiefe, während in den höheren Gegenden im Allgemeinen nur schmale Thalrisse vorkommen. Die Kenntniss der absoluten Höhen, in welchen die Wasseransammlungen sich finden, ist in sofern besonders wichtig, als damit auch die absolute Höhe der Ufer gegeben ist, und man sich somit einzig nach diesen Angaben schon eine Idee von der Flächenbildung eines bestimmten Landes machen kann, sowie von der Höhe der hauptsächlichsten Städte, welche an den Ufern der Flüsse und Seen liegen.

Absolute Höhe in Metern. §. 78.

Todtes Meer	— 419	unter dem Meeresspiegel	Asien.
Caspisches Meer	— 11, 8	" " "	
Aralsee	+ 10,91	über " "	
Baikalsee	432,69		
Gardasee	71	Lombardei.	
Lago maggiore	226		
See von Lugano	300		
Genfersee	375	Die hier aufgezeichneten Wasserbecken, welche alle in der ebenen Schweiz sich finden, zeigen zugleich, dass das Niveau dieser Gegend etwa in 400 Meter absoluter Höhe sich findet, und es braucht nur geringer Reflexion und der Zugabe einiger Meter an den geeigneten Orten, um ungefähr sogleich die Höhe der hauptsächlichsten Städte der Schweiz danach angeben zu können.	
Bodensee	398		
Zürichersee	409		
See von Wallenstadt	435		
" " Zug	436		
" " Neuchatel	437		
" " Vierwaldstätten	437		
" " Thun	579	In der gebirgigen Schweiz, wo noch weit höher gelegene Seen vorkommen.	
" " Brienz	580		
" " Annecy	444	Savoyen.	

Absolute Höhe in Metern.		
Schwarzsee	1054	Vogesen.
Weisssee	950	
See von Ladoga		Nördl. Russland. Liegen kaum einige Meter über dem Meere, und geben so die Höhe des ganzen weiten Plateaus, welches sich von Petersburg bis zum Weissen Meere erstreckt.
„ „ Onega		
„ „ Ontario . . .	72,80	Seen in Nordamerika, zwischen Canada und den Vereinigten Staaten. Alle diese Seen liegen in dem nämlichen Thalzuge, sind gleichsam nur tiefere Löcher in der Rinne des St. Lorenzflusses, der sie mit einander verbindet.
„ „ Erie	173,24	
„ „ Michigan und Huronsee	182,40	
Der Obere See . . .	192,15	

Die Seen der europäischen Alpen sind indess bei weitem nicht die höchsten auf der Erde. Der See von Titicaca in den Anden des südlichen Amerika liegt in einer Höhe von 3899 Meter nach den Angaben Alexander v. Humboldt's, und der heilige See des Indus in der Kette des Himalaya, der See von Mapan und Laka gar in einer Höhe von 5180 Meter über dem Meere. Dieser letztere See ist mehre Monate des Jahres hindurch gefroren und ist den Hindus hauptsächlich deswegen heilig, weil, ihrer Ansicht nach, die vier heiligen grossen Flüsse in seiner Nähe entspringen. Der See von Titicaca bietet ziemlich interessante Localverhältnisse. Die Bergkette der Anden steigt sehr steil aus dem Meere an, so dass er in horizontaler Richtung nur wenige Stunden vom Ufer entfernt ist. Ein Ausfluss nach dem Meere hin würde einen unerhörten Fall und somit eine unermessliche Geschwindigkeit besitzen. Ein solcher existirt aber nicht. Der See liegt im Hintergrunde eines schmalen Längsthales; ein Bach entströmt ihm, der sich in einen zweiten kleineren See ergiesst, in welchem dann das Gleichgewicht zwischen Verdunstung und Zufluss sich herstellt, so dass aus diesem zweiten See kein Abfluss stattfindet. Das Verhältniss zwischen diesen beiden Seen ist etwa ein ähnliches, wie das zwischen dem See Tiberias und dem Todten Meere; ersterer empfängt auch durch den Jordan mehr Wasser als er verdunstet, in letzterem erst stellt sich das Gleichgewicht her. Nur ist bei dem See von Titicaca die Höhe über dem Meere ungeheuer und auch der obere See der bedeutendere, während das Todte Meer gerade grösser als der See Tiberias und seine Höhe eine negative ist.

§. 79. Zur Vergleichung der relativen Verhältnisse der verschiedenen Accentuirungen des Bodens ist eine Kenntniss der absoluten Höhen der bewohnten Punkte namentlich sehr wichtig. In Frankreich finden wir folgende Höhen der bedeutendsten Städte.

Paris. Der Nullpunkt des Flussmessers am Fusse der Brücke von Tournelle nach einigen Messungen	Meter. 22,63	Die tiefe Lage von Paris ist sehr auffallend. Es folgt daraus, dass die Seine bis nach Havre nur sehr wenig Fall haben kann.
Nach einer Triangulation von Havre aus . .	27,60	
Andere Angaben	26,10	
Im Mittel nimmt man gewöhnlich an . . .	26,00	
Das Becken des Barometers am Observatorium	65,00	

Blois . .	102 Meter.	
Poitiers .	118 „	
Strassburg	144 „	
Bourges .	157 „	
Chartres .	158 „	
Metz . .	160 „	(Die umgebenden Plateaus etwa 200 Meter).
Lyon . .	162 „	
Macon . .	170 „	
Nancy . .	196 „	
Norvins .	203 „	
Luneville .	228 „	

Man darf hierbei nicht übersehen, dass die relative Höhe von Lyon und Strassburg mit wenigem Unterschiede die nämliche ist, was in sofern merkwürdig ist, als beide Städte an zwei grossen Flussgebieten, Rhein und Rhone, etwa in ähnlichen Verhältnissen sich finden; — die eine am Zusammenfluss von Ill und Rhein, die andere am Winkel von Rhone und Saone. In Italien möchten, zur Kenntnissnahme des Flussgebietes des Po, folgende Punkte wichtig sein

Mailand	119,81 Meter.
Trema	79,56 „
Verona	59,08 „
Mantua	15,78 „
Padua	11,17 „

Spanien ist im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland; besonders reich an Hochebenen, und aus diesem Grunde schon ist seine Temperatur nicht so hoch, als man wohl glauben sollte. Die Lage des Escurial in 1052 Meter Höhe, und die von Madrid, die 608 Meter beträgt, beweisen hinlänglich diese Behauptung.

Die Ebenen im Norden Deutschlands dagegen liegen sehr tief; ein ganzer Strich Landes längs den Küsten der Nord- und Ostsee erhebt sich kaum über 40 Meter; Berlin liegt auf 29 bis 32 Meter absoluter Höhe.

Das allmälige Ansteigen des deutschen Landes nach innen zu zeigt sich leicht aus folgenden Höhenangaben. Dresden 90 Meter, Göttingen

134, Cassel 158. — Das innere Plateau von Würtemberg, Baiern und Oesterreich schwankt zwischen 340 bis gegen 500 Meter. — Ulm 369, Regensburg 362, Wien 133, Salzburg 452, Augsburg 475, München 538. — In ähnlicher Höhe finden sich die Gegenden des Erzgebirges und Thüringer Waldes (Freiberg in Sachsen 372 Meter), während Böhmen ein verhältnissmässig tiefes, rings umschlossenes Becken bildet, wo Prag nur 179 Meter absoluter Höhe zeigt. Die bedeutende Niederung der ungarischen Ebenen bis zum Ausflusse der Donau zeigt sich schon aus der geringen Höhe von Wien.

Dieselbe Erscheinung von wenig erhabenen und ungeheuer weit ausgedehnten Ebenen setzt sich, nur in weit grösserem Maassstabe, in das Innere Russlands fort, und die Wasserscheide zwischen dem Schwarzen Meere und Caspischen Meere einerseits und den nördlichen Meeren anderseits wird weniger durch eine Bergkette als vielmehr durch ein Plateau gebildet, das nur allmälig äusserst sanft ansteigt, so dass der Punkt der Scheidung kaum genauer bestimmt werden kann. Auf der Höhe dieses Plateaus liegen die folgenden Punkte:

	Meter.	
Pinsk	132	
Osmiana	287	
Moskau	92 bis 111	
Perm	113	
Kasan	18	Das Becken des Barometers am Observatorium in Kasan hängt in 58,4 Meter absoluter Höhe.
Smolensk	263	
Miask	302	
Slatuosk	359	
Katharinenburg	246	

Ebenso gering als die Erhöhung der Ebenen des europäischen Russlands ist diejenige der sibirischen Ebenen. Dieses ungeheure Land bietet eine unendliche Fläche, die erst weit im Süden sich allmälig nach dem Altai erhebt. Die mittlere Höhe dieser Ebenen von Sibirien beträgt nach Humboldt 78,84 Meter. Der Lauf der Lena ergiebt folgende Zahlen:

Quelle der Lena im Altai	662.
Lena bei Tamenofsk	347.
„ „ Kirenz	237.
„ „ Jakutsk	94.

Andere Punkte Sibiriens und des Altai:

	Meter.	
Tobolsk	35	An der chinesischen Grenze. Auf eine Länge gleich derjenigen Europas finden sich demnach nur etwa 250 Meter Fall.
Der hohe Irtisch	253	

	Meter.	
Platask	260	Im Altai. Der See von Telezk soll etwa ähnliche Verhältnisse hinsichtlich seiner Lage und Vegetation darbieten, wie der Brienzersee im Berner Oberlande.
See von Kolivaw .	309	
Ust Kamengorsk .	257	
See von Telezk .	518	

Bengalen und das Pendschab bilden gleichsam die Lombardei Asiens; ein glückliches Land, am Fusse einer hohen Bergkette ausgedehnt, von reichen Strömen bewässert. Seine Erhebung in den ebeneren Gegenden ist wenig beträchtlich. Lahore liegt bei 233 Meter, Delhi bei 253 Meter absoluter Höhe.

Wenn nach beiden Meeren zu die Erhebung Asiens wenig beträchtlich ist, so verhält sich dies anders mit Centralasien, auch abgesehen von den ungeheuren Bergketten des Himalaya, die wir später betrachten werden. Selbst die Wüsten Centralasiens liegen ungemein hoch; diejenige der grossen Bucharei zum Beispiel in 585 Meter absoluter Höhe, Balk in 546, Bokhara in 370 Meter.

Ebenso ist der Süden und Westen bedeutend erhöht, Jerusalem zeigt 805 Meter über dem Meere; in Persien finden sich folgende Ergebnisse:

Erivan	1075 Meter.
Teheran	1222 „
Ispahan	1341 „
Schiras	1360 „
Tabris	1510 „
Erzerum . . .	1657 „

Die so bedeutende Erhöhung des persischen Plateaus scheint selbst die Erklärung der historischen Begebnisse der Vorzeit zu liefern, indem es leicht begreiflich ist, dass ein Volk, wie die Perser, welche auf einem erhabenen Plateau wohnten, kräftiger und kriegerischer gesinnt waren als die in den tiefen Ebenen wohnenden Babylonier und Mesopotamier, deren Reiche sie überflutheten und zerstörten.

Alexander v. Humboldt hat eine eigenthümliche Art der Bestimmung der Höhe eines Plateaus vorgeschlagen, die namentlich dann von Vortheil ist, wenn es sich darum handelt, die Erhebungen der Continente im Grossen über den Plateaus zu bestimmen. Man sucht zu diesem Ende so genau als möglich die verschiedenen Punkte auf, welche etwa in derselben Horizontalebene liegen, nimmt das Mittel zwischen den höchsten und tiefsten Punkten und gelangt so zu einer Zahl, welche die Höhe des Plateaus ausdrückt, die vorhanden wäre, wenn Alles geebnet und verstrichen wäre. Humboldt hat folgende, uns hier interessirende Mittelzahlen gegeben: §. 80.

	Meter.	
Das Plateau der Auvergne . . .	339	
" " von Baiern	507	
" " " Spanien	682	
" " " Mysore	897 bis 998	
" " " Caracas	936	
" " " Persien	1169 bis 1364.	Beludschistan findet sich etwa in derselben Höhe.
" " " Popayan . . .	1754	
Unteres Plateau von Abyssinien .	1861	(Plateau des Sees Tzana.)
Südliches Afrika	1949	
Plateau der Nilgherries	2066	
Oberes Plateau von Abyssinien .	2160	(Plateau von Axum.)
Plateau von Kelat	2534	
Boden des Beckens von Kaschmir	1639 bis 1797	nach verschiedenen Autoren.
Plateau d. Kobi-Wüste. Centrale Aushöhlung .	780	
Plateau d. Kobi-Wüste. Mittlere Höhe . . .	1286	
Plateau d. Kobi-Wüste. Höchste Punkte . .	1657 bis 1754	
Plateau zwischen dem Himalaya und dem Kuenlün	3508 bis 3898.	

Die versehiedenen Höhen des Amazonenstromes geben einen deutlichen Begriff von dem östlichen Plateau Südamerikas, das gerade nicht sehr erhaben ist.

	Meter.
Amazonenstrom beim Austritt aus den Anden in Schamaya	438
" bei Tomepcuda	403
Plateau von Cincinnati	156 bis 162
" " Mexico	2277
" " Peru (Höhe der Stadt Quito)	2908
" " Titicaca (Stadt Puno)	3912.

Ein flüchtiger Ueberblick dieser Zahlen lehrt schon, dass die Centraltheile der Continente meist sehr erhaben sind, und dass in dieser Beziehung Asien und Amerika einander so ziemlich die Wage halten. Die höchsten Plateaus von einiger Ausdehnung trifft man noch im Himalaya und den Anden; auch die von diesen hohen Bergketten mehr oder minder abhängigen Ebenen sind meist noch Hochebenen, und, da sie meist dem Aequator nahe liegen, herrliche Länder voll üppiger Vegetation mit schöner, meist gleichmässiger Temperatur, in welche man sogar die Kranken der tiefer liegenden Gegenden zu schicken pflegt. So die Plateaus von Caracas und Popayan, von Mexiko und Quito in den Anden; die von Mysore, Kaschmir und den Nilgherries an den verschiedenen Abhängen des Himalaya.

In Afrika fehlt es ebenfalls nicht an Hochgebirgsländern, deren Erhebung oft so unbedeutend ist, dass trotz der südlichen Lage die klimatischen Verhältnisse nicht sehr von denjenigen unserer gemässigten Klimate verschieden sind, wie denn dies von den abyssinischen Gegenden, namentlich von Axum, hinlänglich bekannt ist.

Wenig erhaben sind die weiten Länderstriche Nordamerikas und die Ebenen des östlichen Südamerika, die vom Amazonenflusse und dem Orinoco durchzogen werden. Der Maranon hat von Schamaya an bis zum Meere auf eine Länge von 580 Stunden nur einen Fall von 438 Metern, was eben nicht viel sagen will.

Um richtige Ansichten von der Oberflächenbildung eines Landes zu haben, genügt es aber nicht, seine allgemeine Erhebung zu kennen, man muss auch wissen, wie hoch die Berge sind, welche in demselben hervorragen. §. 81.

In der Nähe von Paris erreicht keine Höhe nur 200 Meter; die höchsten Punkte sind:

			Meter.
Höhen südlich von Meudon			173
Wald von Montmorency			182
Wald von Avaloing bei Alençon			418
Puy de Jancy in d. Kette d. Mont d'Or	Im Inneren Frankreichs		1887
Dôme de Cantal	Im Inneren Frankreichs		1858
Der Mezen	Im Inneren Frankreichs		1766
Puy de Dôme	Im Inneren Frankreichs		1467
Belchen von Gebweiler (Ballon de Guebwiler)	Vogesen		1426
Elsässer Belchen (Ballon d'Alsace)	Vogesen		1257
Feldberg	Schwarzwald	Deutschland	1493
Blauen	Schwarzwald	Deutschland	1165
Schneekoppe im Riesengebirge		Deutschland	1608
Fichtelberg im Erzgebirge		Deutschland	1212
Brocken im Harz		Deutschland	1140
Snowdon in Wales		Grossbritanien	1089
Ben Nevis in Schottland		Grossbritanien	1352
Guranne tual in Irland		Grossbritanien	1067
Sneehättan in Norwegen			2500
Hekla	Island		1462
Eyafiella Jökul	Island		1732
Beerenberg	Jan Meyen		2094
Vesuv		Italien	1184
Aetna		Italien	3314
Monte rotondo (Corsica)		Italien	2672
Monte Velino in den Apenninen		Italien	2393

Cerro de Mulhacen	in der Sierra Nevada in Spanien	3609 Meter.
Veleta		3525 „
Athos in Griechenland		2066 „
Despoto-Dagh im Balkan		2700 „
Komm in Montenegro		2900 „

In den Pyrenäen finden sich eine Menge hoher Gipfel, die alle etwa 3000 Meter erreichen; lange Zeit hielt man den Canigou an der spanischen Grenze für den höchsten, da er ganz isolirt steht und somit von allen Seiten her einen weit bedeutenderen Effect macht, als die anderen höheren Gipfel, die gleichsam nur spitzenartig über die hohe allgemeine Mauer hervorragen.

Pic de Nethou, an welchem der berühmte Gletscher der Maladetta sich findet	3404 Meter.
Mont Perdu	3351 „
Vignemale	3298 „
Canigou	2785 „

Die Provence hat einige, ihrer Aussichten wegen sehr berühmte Berggipfel, welche indess nichts weniger als sehr hoch sind und ebenfalls nur ihrer Isolirung wegen so erhaben scheinen:

Mont Ventoux	1960 Meter.
Mont Leberon	1124 „
Montagne de Ste. Victoire	940 „

Die südlichen Alpen zeigen weit bedeutendere Erhebungen; namentlich findet sich zwischen dem Departement der Isère und demjenigen der Hochalpen eine mehr isolirte Gruppe bedeutender Gipfel, welche nahe an 4000 Meter erreichen.

Der Obious	2912 Meter.
Mont Viso	3846 „
Grand Pelvoux	3934 „
Pointe d'Arcines	4105 „
Aiguille du midi	3986 „
Le Sure	1924 „
Dent de Granier	1938 „

Der Jura bleibt, gegen diese Höhen gehalten, nur eine niedrige Bergkette; seine Gipfel bleiben meist in einer Erhebung von 1400 bis 1600 Metern; die höchsten sind folgende:

Crêt de la neige	1723 Meter.
Reculet	1720 „
Dôle	1683 „

Die skandinavischen Gebirge werden schon bedeutend höher. Die höchsten Gipfel dieser Kette sind:

Ymesfield	3380 Meter.
Skagtoelstind	3320 „
Glittertinden	3229 „

Die höchsten Gipfel Europas kommen in den Central-Alpen vor; wir haben dort:

	Meter.	
Montblanc . .	4811	in seiner Nähe eine Menge von Gipfeln über 3000 Meter, wie z. B. der Buet 3109.
Monte Rosa . .	4737	ebenfalls mit einer Menge von Gipfeln in seiner Nähe, die etwa 4000 Meter haben, wie z. B. die Mischabelhörner auf dem Saasgrat, das Matterhorn (Mont Cervin) etc.
Finsteraarhorn .	4326	
Jungfrau . . .	4180	
Orteles	3918	
Grossglockner .	3790	

Noch höher schwingt sich der Kaukasus hinan, und wenn man diesen, wie manche Geographen thun, zu Europa rechnen wollte, so wären dort die höchsten Gipfel Europas zu suchen.

Elbruz	Oestlicher Gipfel . . .	5613	Meter.
	Westlicher Gipfel . .	5637	„
Kasbek		5038	„
Ararat		5220	„

Weit weniger hoch ist der Ural nebst den Gebirgen, die gegen Norden hin seine Fortsetzung bilden, wozu man selbst, trotz der einigermaassen verschiedenen Richtung, die Insel Novaja Zembla rechnet. In diesen Ketten zeigen sich von Süd nach Nord folgende Höhen:

Iremel	1721	Meter.
Konschakuskoi-Kamen	2564	„
Grosser Taganai . .	1097	„
Obdorskberge . . .	1520	„
Novaja Zembla . .	1062	„

Ueberhaupt kommen auf dem ganzen europäischen Continente zwischen dem Harz und dem Ural keine höheren Berge vor als der Thurmberg bei Danzig von 333 und das Plateau der Waldai-Kette im Inneren Russlands von 214 bis 257 Metern Höhe.

Anders verhält es sich in Asien, wie die nachfolgenden Zahlen §. 82. aus Centralasien und Kamtschatka beweisen.

Bielukha	Altai	3352	Meter.
Tigraski	Altai	2274	„
Vulcan von Kliutschevsk	Kamtschatka .	4804	„
„ „ Schivelontsch	Kamtschatka .	3214	„
Tutukan-Mutkani in der Kette des Hindu-khu		6237	„
Taktalu dagh		2241	„

Porus	3000 Meter.
Vulcan des Argaens	3992 „
Hassan dagh	2436 „
Belur dagh (Smans des Altan)	5847 „

Die höchsten Gipfel der Erde endlich finden sich in dem Himalaya, und da die beiden ersten der anzugebenden Höhen mittelst trigonometrischer Messungen bestimmt sind, so kann man zu denselben Vertrauen haben.

Mount Everest	9250 Meter.
Dhawalagiri	8556 „
Dschamalari	7917 „
Dschavahir	7847 „
Höchste Spitzen d. Gates a. d. Küste v. Malabar	1728 „
„ „ „ Nilgherries.	2565 „

Einige japanische Vulcane steigen bis zu 3700 Meter an; der Mauna Roa auf den Sandwichinseln bis zu 4141, und der Piton de neige auf der Insel Bourbon zu 3707 Meter.

Vom Inneren Afrika's kennt man jetzt durch die neueren Reisenden, die südlich vom Aequator gelegenen Hochquellenseen des Nils und die umgebenden Tafelländer und höheren Gebirge, wenn auch nicht genau genug. Seit der französischen Occupation Algiers hat man den Nordrand dieses Landes einigermaassen genauer kennen gelernt; den Atlas mit seinen terrassenförmigen Abhängen hat man seit dieser Zeit genauer studiren können. Das Innere Algeriens, die Ebenen unmittelbar längs des Strandes ausgenommen, ist im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland, die höchsten Plateaus sind diejenigen, wo sich die bekannten Salzseen finden, und diese Höhe wechselt etwa zwischen 800 bis 1100 Metern. Setif, das mitten auf diesen Plateaus liegt, zeigt etwa die letztere Erhebungszahl. Die übrigen bedeutenderen Städte liegen meist unterhalb dieses Plateaus auf der zweiten Terrasse des Atlas, einige aber um deshalb höher, als man erwarten sollte, weil sie auf mehr oder minder isolirten Felsen angebracht sind, wo die Vertheidigung leichter ist. So findet sich Constantine in 664 Meter Höhe, Medea bei 920, Tlemcen bei 500, Blidah bei 263 Meter absoluter Höhe.

Die bedeutendsten Berge Algeriens und Marocco's finden sich in der Atlaskette. Der höchste ist der Berg Miltz in Marocco, der manchmal das ganze Jahr hindurch Schnee zeigt und sich bis zu 3475 Meter absoluter Höhe hinanschwingt. Merkwürdiger Weise liegt dieser Berg nebst dem Pik von Musaïa, der 1597 Meter Höhe erreicht, fast genau in einer geraden Linie, die man sich vom Pik von Teneriffa gegen den Aetna gezogen denkt. Andere hohe Punkte sind noch: der Derdschera in der Provinz Algier, 2100 Meter hoch, der Schueriun in der Provinz Constantine, 1727 Meter hoch, und endlich der Mkhîla, 1440 Meter hoch, in der Nähe von Tunis.

Lange Zeit hindurch hielt man die Cordilleren Amerika's, namentlich den Chimborasso, für die höchsten Gipfel der Welt, in der That sind auch die Höhen derselben nicht gering, und da sie meist trigonometrisch gemessen sind, so verdienen die Angaben vieles Vertrauen.

Nevada de Sorada	7696 Meter
„ „ Illimani	7576 „
Vulcan von Ocucagna	7071 „
Gualtieri	6705 „
Chimborasso	6530 „
Vulcan von Cotopaxi	5753 „

Alle diese Gipfel liegen in den Anden Peru's und Chili's; die Cordilleren Mexico's steigen im Popocatepetl bis zu 5400 Metern Höhe an, und es ist merkwürdig, dass alle diese hohen Gipfel sich erst von einem Plateau aus erheben, dessen Höhe im Verhältniss zum Gipfel etwa gleich ist. So steigt die Nevada de Sorada von dem Plateau des Sees von Titicaca, der Chimborasso von dem Plateau von Quito, der Popocatepetl von demjenigen von Mexico aus, und wie wir oben sahen, stehen diese Plateaus etwa in gleichem Höhenverhältniss zu den darüber hervorragenden Gipfeln. Die Rocky mountains, welche die Fortsetzung der Cordilleren darstellen, erheben sich nicht so hoch — einer der höchsten Punkte mag wohl sein der Vulcan von St. Hélène bei Fort Vancouver mit 4876 Metern.

Den Seefahrern galt der Pik von Teneriffa, 3710 Meter hoch, für den höchsten Berg, und zwar hauptsächlich deswegen, weil er sich mit seiner Basis unmittelbar aus dem Meere erhebt und deshalb den überraschendsten Eindruck macht. Der neuentdeckte Vulcan Erebus, in der Nähe des Südpols, der mitten im Eise von Capitain Ross in Thätigkeit gefunden wurde, hat eine Höhe von 3779 Metern.

In Australien finden sich folgende Höhen:

Liverpool-Berge		1430 Meter.
Adine	blaue Berge	. 1234 „
Kosciusco	blaue Berge	. 1981 „

Zur Charakteristik einer Bergkette gehört aber nicht nur die Kenntniss ihrer Spitzen und Thäler, sondern auch diejenige ihrer Pässe, d. h. der Uebergänge, welche man von einer Seite zur anderen findet. Selten finden sich die Bergspitzen isolirt, und deshalb ist auch das alte System der Zeichnung der Landkarten, wonach die Ketten aussahen, wie Reihen von Maulwurfshügeln, deren einer an den andern gelagert ist, ein durchaus verwerfliches. Die Bergketten bilden im Gegentheile gleichsam hohe Mauern, die bis zu einer gewissen Höhe, und zwar meist bis zur Hälfte ihrer absoluten Höhe eine continuirliche Masse bilden, über welche sich dann, gleich Zinnen, die einzelnen Spitzen er- §. 83.

heben. Wären die Gipfel isolirt bis auf den Grund, wie man es in den alten Karten darstellte, und nicht vielmehr Zähnelungen, welche zwischen den Einschnitten der Pässe emporstehen, so würde man sich wahrlich die Mühe nicht genommen haben, über Höhen von 2000 und mehr Metern Kunststrassen zu führen, die Millionen kosteten. Sehr merkwürdig aber bleibt es, dass die Pässe einer jeden Kette sich in gewissen Höhengrenzen halten und oft sogar eine überraschende Gleichförmigkeit in dieser Hinsicht darbieten.

Pässe.		Meter.
Port d'Oo . . .	Pyrenäen	. . 3002
„ vieil d'Estoubé		. . 2561
„ de Pinède . .		. . 2499

	Meter.	
Col de Bonhomme .	2446	Alle um den Montblanc herum gelegen.
„ „ Ferret . . .	2329	
„ „ Balme . . .	2302	
„ „ Seigne . . .	2462	
„ „ Géant . . .	3426	Im Inneren der Kette des Montblanc.
„ „ St. Théodule	3410	Am Fusse des Matterhorns.

Grosse Alpenpässe.

Furka	2530	Meter.
Grosse St. Bernhard .	2491	„
Kleine „ „	2192	„
Mont Cenis . . .	2066	„
Col de Tenda . . .	1795	„
Simplon	2005	„
St. Gotthard . . .	2075	„
Splügen	1925	„
Brenner	1420	„

Der Kaukasus ist relativ zu seiner Höhe weit tiefer eingeschnitten, als die Alpen; so beträgt der Pass von Guda nur 2446 Meter.

Im Himalaya kommen Pässe von 5600 Meter Höhe vor; in den Anden halten sie sich etwas über 4000 Meter.

Alto de los Huessos .	Cordilleras	. . 4137 Meter.
Tolapalca		. . 4290 „
Gualillas		. . 4520 „
Paquani		. . 4641 „

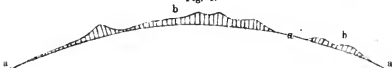
7. Volumverhältnisse.

§. 84. Eine wesentliche Frage, die in Beziehung auf die feste Kruste des Erdkörpers noch aufgeworfen werden kann, ist die über das Volumen

der Continente, die aus dem Wasser hervorragen. Die Oberfläche des Meeres bildet einen vollkommenen Bogen, der sich als Kugelfläche darstellt, die Continente und Inseln mit ihren unregelmässigen Formen und Höhen ragen aus dieser Fläche hervor, und es thut oft Noth zu wissen, welche Grösse und namentlich welches Volumen diese festen Hervorragungen haben. Die Methode der Berechnung ist leicht; ihre Ausführung sehr schwierig und langweilig.

Gesetzt, in der beistehenden Figur 6 bedente *aa* die allgemeine

Fig. 6.



Oberfläche des Meeres, *bb* zwei Continente, die über dieselbe hervorragen. Man theilt nun, nm das Volnmen dieser Continente zu kennen, dieselben durch lauter senkrechte Linien in ebenso viele Prismen, als man nöthig findet, um die verschiedenen Höhen der Continente auszudrücken, nnd berechnet die Grundflächen dieser Prismen. Hat man diese bestimmt, so braucht man sie nur mit der mittleren Höhe der Prismen zn multipliciren, um das cubische Volnmen eines jeden Prismas und daraus dann durch Addition der einzelnen Prismen das Volumen eines jeden Continents zu erhalten. Alexander v. Humboldt hat sich mit vieler Ausdauer diesen mühevollen Berechnungen nnterzogen, die besonders darum so schwierig sind, weil die Höhenangaben für viele Gegenden noch änsserst mangelhaft sind.

Die erste Bedingnng zur Vervollständigung der Rechnung ist die Kenntniss des Flächeninhaltes der Continente und der verschiedenen Zonen, welche sich in denselben, namentlich je nach der wechselnden Höhe der einzelnen Theile, nnterscheiden lassen. Alexander v. Humboldt hat auch diese einzelnen Daten mit vielem Fleiss gesammelt und mit grosser Gründlichkeit und grossem Scharfsinn berechnet. In seinen Zahlen nimmt er die Seestunde als Basis an; Beaumont hat dieselben auf Quadrat-Kilometer reducirt, da dieses Maass ein jetzt durchaus angenommenes ist. Um indessen die hier gegebenen Zahlen leicht in alle möglichen Maasse nmsetzen zu können, folgt hier das Verhältniss der Quadrat-Seestunde zu den übrigen in's Quadrat erhobenen geographischen Maassen. §. 85.

Eine Quadratseestunde ist	=	1,5625 Quadratst. (*lieues de France.*)
(*lieue marine carrée*)	=	0,5625 Geograph. Quadratmeilen.
	=	9,0000 Quadratseemeilen.
	=	11,9716 Englischen Quadratmeilen.
	=	30,8642 Quadratkilometer.

§. 86. Wenn man, mit d'Aubuisson, die Abplattung der Pole zu $\frac{1}{305}$ annimmt, so beträgt die Oberfläche der ganzen Erde 509885700 Quadratkilometer.

Alexander von Humboldt hat die Abplattung zu $\frac{1}{302,78}$ angenommen und erhält deshalb auch eine etwas geringere Zahl von 508175069 Quadratkilometer.

Es wurde schon früher angeführt, dass das feste Land etwa 0,276 der ganzen Oberfläche der Erde, d. h. etwas mehr als ein Viertel derselben einnimmt, während das Meer die übrigen drei Viertel oder genauer 0,724 der Oberfläche bedeckt; berechnet man diese Zahlen nach der d'Aubuisson'schen Annahme der Abplattung, so erhält man für den Flächeninhalt des festen Landes und des Meeres folgende Zahlen:

Festland . . .	= 135629400	Quadratkilometer.
Meere	= 374256300	„ „
Ganze Oberfläche	= 509885700	„ „

§. 87. Für die einzelnen Continente ergeben sich nun folgende Flächenräume:

Europa	9382718	Quadratkilometer.
Asien	41543216	„ „
Beide Continente zusammen .	50925934	„ „
Afrika	29567910	„ „
Nordamerika	18734570	„ „
Südamerika	17623450	„ „
Die alte Welt, Europa, Asien und Afrika zusammen . .	80493844	„ „
Amerika	36358020	„ „

Die alte Welt ist demnach etwa doppelt so gross als Amerika und der Flächeninhalt der Continente auf der östlichen Halbkugel bedeutend grösser im Verhältniss zu den Meeren. Die Grenze Europa's ist an dem Ural genommen, beide Erdtheile aber, Europa und Asien, bilden unter dem physikalischen Gesichtspunkte nur einen grossen Continent, Afrika einen zweiten, Nordamerika einen dritten und Südamerika einen vierten; denn der Zusammenhang zwischen beiden letzteren, deren Flächeninhalt etwa gleich ist, scheint nicht grösser durch die Landenge von Panama, als der von Asien und Afrika durch diejenige von Suez. Balbi in seiner Geographie giebt Zahlen, die einigermaassen von denen Humboldt's abweichen, wahrscheinlich rechnet er die Binnenmeere und Buchten als Festland, während Humboldt diesen

Grössen Rechnung trägt. Balbi's Zahlen sind deshalb etwas grösser als die Humboldt'schen; er giebt an:

Europa	9578180	Quadratkilometer.
Asien	41522633	„ „
Der ganze Continent	51100813	„ „
Amerika	37880650	„ „

Nach den Humboldt'schen Berechnungen, die in mehren seiner Werke sich zerstreut finden, ergeben sich nun folgende Zahlen für den Flächeninhalt der einzelnen Partien der Continente:

Frankreich mit Corsika	527686	Quadratkilometer.
Die pyrenäische Halbinsel, Spanien und Portugal	564815	„ „
Deutschland	658924	„ „
Die Ebenen der Ostsee, Sarmatiens und Russlands, oder das ganze nördliche Flachland bis zum Ural	4876543	„ „
Das Becken der Seine oberhalb Paris mit allen seinen Zuflüssen	43270	„ „
Die Alpen, vom Meere an bis nach Oesterreich	83333	„ „
Die Pyrenäen	23604	„ „
England (ohne Schottland und Irland)	140000	„ „
Böhmen	45000	„ „
Die Schweiz	33900	„ „
Die sibirischen Ebenen	12345674	„ „
Die Wüste Kobi	1296204	„ „
Der Porus mit dem Ararat und dem ganzen Plateau des Hindukusch	256172	„ „
Der Kaukasus	83333	„ „
Der Altai im Westen des Sees Telesk	135803	„ „
Der Ural	104803	„ „
Das persische Plateau	833333	„ „
Das chinesische Bergland	1679014	„ „
Centralasien, die grosse Bucharei etc.	7407407	„ „
Die Kette der Anden, südlich von der Landenge von Panama	1820988	„ „
Die südamerikanischen Ebenen im Osten der Anden	13104900	„ „
Das Flussgebiet des Amazonenstromes	8037030	„ „
Die Pampas, das Gebiet des La Plata und Patagonien	4172840	„ „
Das Flussgebiet des Orenoco	895062	„ „

Das Küstenland westlich von den Anden, Peru und Chili	987715	Quadratkilometer.	
Die gesammten Ebenen Südamerika's, an beiden Abhängen der Anden .	14092646	"	"
Die gebirgigen Gegenden Brasiliens, Venezuela etc.	2839506	"	"
Das gesammte Gebirgsland Südamerika's	3530803	"	"
Die englischen Besitzungen in Nordamerika, Canada, Labrador, Neusüdwales	6327161	"	"
Die nordamerikanischen Freistaaten u. zwar das Gebiet zwischen den Alleghanies und dem Mississippi . .	1561728	"	"
Das Gebiet zwischen dem Mississippi und den felsigen Bergen, Rocky mountains	2237657	"	"
Das Flussgebiet des Mississippi, zwischen Alleghanies u. Rocky mount.	3799883	"	"
Guatemala und Mexico	2870370	"	"
Die Gebirge von Guatemala u. Mexico	1296204	"	"
Die Rocky mountains	185278	"	"
Die nördl. Fortsetzung der Anden Südamerika's, Cordilleren v. Mexico u. Rocky mount. zusammen genommen	1481481	"	"

§. 88. Die Methode der Vertheilung eines Continentes in eine gewisse Anzahl prismatischer Stücke, deren Basis und mittlere Höhe man kennt, und die daraus gewonnene Schätzung des Volumens eines solchen Continentes kann nur dann genau werden, wenn man neben deu speciellsten Höhenangaben von ungemein viel Punkten das genaue Maass des Flächeninhaltes besitzt.

Eine solche Arbeit wäre möglich für Länder, von denen man höchst genaue, in's Einzelnste gehende Karten und ebenso vervielfältigte genaue Höhenangaben hätte, wie z. B. für diejenigen Theile von Frankreich, über welche die neueste Generalkarte sich erstreckt. Die Punkte, deren Höhe über dem Meere bestimmt ist, sind ungemein zahlreich, und indem man sie durch Linien und Dreiecke verbindet, erhält man eine Menge von dreiseitigen Prismen, deren Grundfläche vom Meere gebildet wird und deren mittlere Höhe aus der Vergleichung der Höhe der drei bekannten Punkte der Oberfläche hervorgehen würde. Der Fehler, der auf diese Weise in der Abschätzung der mittleren Höhe der einzelnen Prismen gemacht würde, muss um so kleiner werden, je näher die Punkte der Dreiecke bei einander liegen, und je weniger

die Höhen dieser Punkte selbst von einander abweichen, indem dann zugleich die Garantie gegeben ist, dass das in dem Dreiecke umschriebene Land ebenfalls eine ziemlich gleichförmige entsprechende Höhe hat.

Im Allgemeinen ist bei Berechnungen dieser Art zu bedenken, dass die vorragenden Partien des festen Landes, namentlich die Hochplateaus, abgestutzten Pyramiden gleichen, deren Basis ungemein gross im Verhältniss zu ihrer Höhe ist. Die Seiten dieser Pyramiden fallen mehr oder minder steil gegen die tiefer liegenden Gegenden ab. Bei einer genau in das Einzelne gehenden Berechnung müsste dieser allmäligen Abdachung Rechnung getragen werden; allein es lässt sich leicht nachweisen, dass der Fehler nicht gross ist, wenn man, statt einer abgestutzten Pyramide von sehr geringer Höhe, das Plateau wie ein Parallelepipedum ansieht, dessen Seitenwände senkrecht sind, und demnach einfach, um das Volumen des Hochplateaus zu finden, seine Grundfläche mit der mittleren Höhe multiplicirt. Je geringer die Höhe der Pyramide ist, desto mehr nähert sich ihr Volumen demjenigen des einfachen rechtwinkligen Parallelepipedes. Die den Mathematikern bekannte Formel, wonach man den Inhalt einer solchen Pyramide berechnet, ergiebt dies schon; man kann es ebenso leicht durch eine Figur beweisen. §. 89.

Gesetzt, *abcd* sei eine solche abgestutzte Pyramide, so ergiebt schon der Augenschein, dass die Zufügung der Winkel *aeb* und *cfd* keinen grossen Unterschied für das Volumen macht; zumal da in dem

Fig. 7.

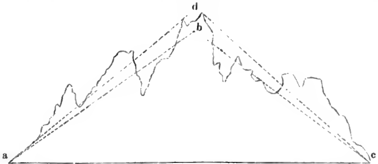


gegebenen Falle auf den Plateaus und den vorragenden Theilen der Erdoberfläche stets sich Aushöhlungen, Flussbetten und Becken finden, denen man bei Bestimmung der mittleren Höhe nicht Rechnung tragen konnte, und die deshalb für das Zuviel, was man durch die Ergänzung der Ecken der Pyramiden erhält, eine Compensation bilden.

Anders verhalten sich die eigentlichen Bergketten. Dieselben mathematisch auf eine abgestutzte Pyramide reduciren zu wollen, wäre gewiss unthunlich, indem sie viel eher einem liegenden dreiflächigen Prisma verglichen werden können. Bei einigen Bergketten kann diese Reduction mit ziemlicher Schärfe ausgeführt werden, weil sie mit ziemlich gleichmässigen Abhängen ansteigen, in ihrer Mitte zu bedeutender Höhe sich erheben und auf der anderen Seite ebenso regelmässig wieder abfallen. Weit schwieriger aber wird diese Operation, wenn mehre §. 90.

Ketten hinter einander folgen, die durch tiefe Einschnitte, weite Thäler und bedeutende Risse von einander getrennt sind, wie dies in der That bei vielen Ketten der Fall ist. Hier tritt dann, selbst bei der grössten Menge genauer Höhen- und Flächenangaben, stets ein willkürliches Element mit in die Berechnung herein, und es hängt mehr oder weniger von der geistigen Anschauung, oft auch von der persönlichen Bekanntschaft des Berechners mit der Bergkette ab, wie hoch er die durch solche Thäler und Sättel gegebenen leeren Räume anschlagen und unter welchem Winkel er die Seiten seines Prismas neigen will, die in einem gegebenen Mittelpunkte zusammenstossen. Es ist klar,

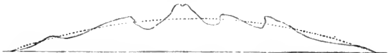
Fig. 10.



dass bei der Bergkette, deren Durchschnitt wir hier bezeichnen, der eine Beobachter das Dreieck *abc*, der andere das Dreieck *adc* als Durchschnitt des Prismas annehmen kann, welches den Cubikinhalt der Bergkette darstellen soll, je nachdem die Thäler und Vertiefungen dem Einen bedeutender im Verhältniss zu den Höhen scheinen als dem Anderen.

§. 91. Bei Bergketten, deren grösste Erhebung etwa in der Mitte ihres Durchschnittes liegt, kann auch die Reduction auf einen von krummen Flächen begrenzten Körper mit Vortheil angewandt werden. Die Länge der Ketten ist meist weit bedeutender als ihre Breite, und diese wieder unendlich viel grösser als ihre Höhe. Berechnet man nun den Flächen-

Fig. 11.

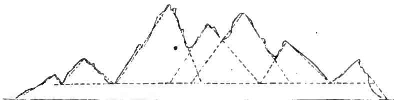


inhalt ihrer Basis aus Länge und Breite und begreift man dann die mittleren Höhen der verschiedenen Punkte der Kette in einer ellipsoidischen Curve, deren Biegung und grösste Höhe man leicht bestimmen kann, so wird man ziemlich annähernde Resultate für die Berechnung

des Volumens erhalten. Diese Curve erhebt sich dann etwa in gleicher Weise wie die Kette von der Grundfläche, die durch das Meer gebildet wird, erreicht ihre grösste Höhe an einem gegebenen Punkte und senkt sich dann auf der anderen Seite wieder gegen das Meer hinab. Freilich hängt auch hier wieder die Bestimmung und Schätzung des Verhältnisses zwischen Thälern und Höhen von dem Berechner ab; vielleicht aber wird man nicht so weit von der Wahrheit abweichen, wenn man für die grösste Höhe des Scheitels der Curve die mittlere Höhe der Pässe annähme, welche sich in der Hauptkette finden, und nun, je nach den physischen Verhältnissen des Gebirgszuges, nach beiden Seiten hin die Curve abwärts führte.

Bei anderen Bergketten endlich müsste ein noch weit complicirteres Verfahren eingehalten werden, indem zuweilen die höheren Gipfel gar nicht in der Mitte, sondern auf der Seite liegen, und die Einschnitte und Thäler so tief sind, dass ganze Stücke gleichsam als §. 92.

Fig. 12.



isolirte Haufen fester Masse dastehen. In solchen Fällen bliebe dann nur übrig, die ganze Kette in eine gewisse Anzahl von Pyramiden zu zerlegen, deren Grundflächen sich berühren, und aus diesen einzelnen Pyramiden dann den Gesammtinhalt der Kette zu berechnen.

Es geht aus allem Gesagten hervor, dass die Bestimmung des Volumens einer Gebirgskette, wie man dieselbe auch angreifen möge, stets vielen Schwierigkeiten unterworfen sein wird, die sich eben besonders aus der Unregelmässigkeit ihres Reliefs ergeben. Um diese Ungewissheit so wenig sichtbar als möglich zu machen, hat Alexander von Humboldt bei Bestimmung des Volumens der Continente eine andere Methode befolgt, welche für die genauer bekannten Theile der Continente ebenso grosse Schärfe und Sicherheit darbietet, als die hier erwähnten, und bei den weniger bekannten Regionen der Länder den Vortheil gewährt, dass sie weniger Veranlassung zu bedeutenden Fehlern giebt. Humboldt geht dabei von der Thatsache aus, dass die Bergketten eigentlich nur einen kleinen Theil der Continente bilden, deren Hauptfläche von Ebenen eingenommen ist, bei welchen die Bestimmung der mittleren Höhe und der Grundfläche, mithin aller zu §. 93.

Berechnung des Volumens nöthigen Elemente, bei weitem leichter und zuverlässiger ist als diejenige der Bergketten. Der Durchschnitt eines Continentes würde in der That etwa folgende Figur darbieten.

Fig. 13.



Mehre Abstufungen von ebenen Gegenden, über welche sich eine oder mehre Bergketten erheben — dies ist das Bild der meisten Continente. Nun berechnet Humboldt zuerst die einzelnen Abstufungen der weiten ebenen Flächen und aus diesen die mittlere Höhe des gesammten Continentes mit Ausschluss der Bergketten, und dann berechnet er, so gut es gehen mag, das Volumen der Erhöhungen, welche diese allgemeine Basis überragen. Denkt man sich nun, dass diese Erhöhungen abgetragen, pulverisirt und gleichförmig über den schon nivellirten Continent ausgebreitet würden, so erhält man als Resultat die genaue mittlere Höhe des Continentes und damit auch seinen Cubikinhalt. Ein Beispiel wird diese Art der Berechnung erläutern. Frankreich hat eine mittlere Höhe von 156 Metern, mit Ausschluss der Pyrenäen. Wenn alle kleineren Höhen im Inneren Frankreichs abgetragen, die Vertiefungen damit ausgefüllt, die Meeresufer senkrecht erhöhet würden, so erhielte man zuletzt eine Scheibe von der jetzigen Grösse Frankreichs, die 156 Meter über dem Meere erhaben wäre und überall mit senkrechten Wänden in dasselbe abfiele. Würden aber die Pyrenäen abgetragen, gepulvert und über die ganze Fläche gleichmässig vertheilt, so würde der Boden noch um 35 Meter mehr erhöhet werden, und demnach die mittlere Höhe Frankreichs mit Einschluss der Pyrenäen 191 Meter betragen, während die grosse Masse Frankreichs ohne dieselbe nur eine Erhebung von 156 Metern bietet.

§. 94. Humboldt hat dieselbe Art der Berechnung für die meisten Continente und ihre Bergketten ausgeführt, und gelangt endlich zu dem allgemeinen Resultate, dass die mittlere Höhe sämmtlicher Continente etwa 308 Meter betrage, dass mithin eine Scheibe von dieser Höhe und von dem Flächeninhalte sämmtlicher Continente ein Volumen darbieten würde, welches demjenigen des gesammten Festlandes gleichkommen würde. Das Innere Afrika's ist freilich so wenig bekannt, dass die darauf bezüglichen Rechnungen nur sehr schwankende Resultate darbieten können; allein da Humboldt für die übrigen Continente zu fast völlig gleichen Ergebnissen gekommen ist, so glaubt er mit Recht annehmen zu dürfen, dass auch Afrika an dieser Mittelzahl wenig ändern würde. Im Ganzen ist diese auf langwierige Rechnungen und unendlich viele Einzelresultate gestützte Mittelzahl weit kleiner als man

erwarten sollte und als man anzunehmen gewöhnt war. Laplace hatte seiner Zeit, ohne eine genauere Berechnung zu geben, die mittlere Höhe der Continente über dem Meere auf 1000 Meter geschätzt; man sieht, wie weit er von der Wahrheit entfernt war. Ein solcher Irrthum ist indess durchaus verzeihlich und in der Natur der Sache begründet; wir sind gewohnt, die Höhen bedeutend zu überschätzen und die horizontalen Ausdehnungen der Ebenen, welche doch die grösste Flächenausbreitung darbieten, so niedrig als möglich anzuschlagen, so dass in unserem Geiste die Bergketten stets weit grösser und ausgedehnter erscheinen als sie in der That sind.

Das Festland bildet indess, wie schon oben angegeben wurde, nur einen kleinen Theil der Oberfläche der Erde, während die Meere mehr als drei Viertel einnehmen. Man berechnet im Allgemeinen den Halbmesser der Erde, indem man die Meeresfläche als Erdoberfläche annimmt und die Erhebung des Festlandes über derselben ganz ausser Acht lässt. Nimmt man aber an, dass alles Festland und Meer zusammen nivellirt und auf eine gleichförmige Oberfläche reducirt wäre, oder, mit anderen Worten, dass das überstehende Festland geschleift und in das Meer geworfen würde, so lange bis dieses letztere in seinem Niveau erhöhet wäre bis zu demjenigen des Festlandes, so würde dadurch ein gleichförmiges Niveau hervorgebracht, welches um 77 Meter höher als das jetzige Meeresniveau wäre. Ein Zuschuss von 77 Metern aber zu der ganzen Länge des Erdhalbmessers ist eine durchaus verschwindende Grösse. §. 95.

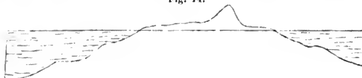
Wir sehen daraus, wie klein das Gebiet ist, über welches die Geologie sich ausdehnen kann. Kaum ein Viertel der Erdoberfläche ist ihren Forschungen zugänglich, und auch hier kann sie nur die Erdkruste bis auf eine mittlere Tiefe von etwa dreihundert Metern erforschen. Freilich ist dies nur wenig, wenn es sich um die Untersuchung der Verhältnisse des gesammten Erdkörpers handelt, von welchem das Innere und drei Viertheile der Oberfläche uns wohl ewig unzugänglich bleiben werden. Allein trotz dieser Beschränkung von materieller Seite gelingt es der Geologie, sich weiter auszudehnen und durch Schlüsse und Analogien, welche auf genauen Beobachtungen beruhen, ihr Gebiet zu vergrössern, und so von den gewonnenen Thatsachen ausgehend und auf diesen fussend, kann sie selbst in solchen Fragen Aufklärung geben, deren unmittelbare Lösung ihr unzugänglich sein würde. Indem sie die klaffenden Wandungen der Risse untersucht, in welche die Erdkruste aufgeborsten ist, findet sie diejenigen Schichten, welche ihr in der Ebene unzugänglich sein würden, im Inneren der Gebirge, und dringt so bis auf Tiefen hinab, die ihr sonst niemals erreichbar sein würden. Der Boden des Brunnens von Grenelle liegt §. 96.

tief unter der Meeresfläche und tief unter jedem auf andere Weise zugänglichen Punkte; aber aus der Bildung des Beckens von Paris, aus der Neigung der Kreideschichten, welche überall an den Hügeln, die in der Umgegend dieses Beckens sich finden, hervorkommen, und deren Verlauf unter den mächtigen Tertiärschichten hindurch sich berechnen lässt, aus diesen Thatsachen konnte die Geologie mit vollkommener Sicherheit voraussagen, welche Schichten man durchsenken müsse, um endlich Wasser zu finden, und sie konnte es wagen, die Verwaltung zur Opferung von Hunderttausenden zu bewegen, und so ein Ziel zu erreichen, das den Meisten als eine höchst ungewisse Speculation erscheinen musste.

§. 97. Nicht minder wichtig als die Frage nach dem Volumen der Continente ist diejenige nach dem Volumen des Meeres. Begreiflicherweise ist uns der Meeresgrund nicht so bekannt, als das Relief des Festlandes, da die Bedürfnisse der Schifffahrt meistens nur zu genauer Sondirung der Küstenstrecken, der Bänke und Riffe, der Untiefen und der Binnenmeere aufgefordert haben. Ueber den grossen Ocean besitzen wir nur äusserst wenige Angaben, die auch kein vollkommen klares Bild geben können, da bei vielen Sondirungen der Meeresgrund gar nicht erreicht wurde. So erreichte man bei 57 Grad südlicher Breite und 85 Grad westlicher Länge von Paris bei 3140 Metern den Grund noch nicht, und auf einem anderen Punkte des Stillen Meeres liess man das Senkblei 3785 Meter hinab, ohne den Grund zu erreichen. Dreihundert Meilen westlich vom Cap der guten Hoffnung und neunhundert Meilen westlich von St. Helena, etwa mitten zwischen dieser Insel und der brasilianischen Küste, war es ebenfalls unmöglich, den Grund zu erreichen, obgleich man an dem ersteren Punkte das Senkblei bis zu 3615 Metern, an dem letzteren sogar bis zu der entsetzlichen Tiefe von 9144 Metern hinabliess, eine Tiefe, welche die Höhe des Dhawalagiri (8229 Meter) um 915 Meter übertrifft. Bei den Messungen zur Legung des unterseeischen Telegraphen zwischen Irland und Neufundland wurde ein fast horizontales Plateau gefunden, dessen Tiefe unter dem Meeresspiegel zwischen 3400 und 5000 Metern schwankt. Der Golf von Mexico ist weit seichter, er hat nur zwischen 1200 bis 1300 Meter Tiefe. Wenn wir diese verschiedenen Tiefenmessungen zusammenstellen, so können wir wohl mit Sicherheit annehmen, dass bedeutende unterseeische Räume existiren müssen, welche mehr als 6000 Meter Tiefe besitzen, und man wird wohl nicht weit von der Wahrheit abweichen, wenn man diese Zahl etwa als die mittlere Tiefe des Meeres annimmt. Man kann daraus ersehen, dass die Masse der Continente, welche nur eine geringe Höhe über der Meeresfläche haben, wie wir oben zeigten, und ausserdem nur ein Viertel der Erdoberfläche betragen, gegen die Masse der Meere, die eine so bedeutende Oberfläche

und so bedeutende allgemeine Tiefe besitzen, fast gänzlich verschwinden müsse. Es erreichen zwar manche Berge des Festlandes eine Höhe, welche der gemessenen Tiefe des Oceans nahe kommt; allein man muss nicht vergessen, dass dies nur einzelne isolirte Punkte sind, während jene grosse Tiefe des Meeres, die wir obendrein noch nicht einmal ganz genau kennen, sich über weite Flächen erstreckt. Man würde deshalb sehr irren, wenn man, wie dies öfter geschehen ist, annehmen wollte, dass das Profil des Meeresbeckens etwa demjenigen des Festlandes gleichkäme, wenn man dies letztere umkehrte. Wollte man vielmehr ein Profil entwerfen, welches einen Durchschnitt durch eine auf allen Seiten vom Meere umflossene Insel darböte, so würden sich die mittleren Berge, welche das Gerippe dieser Insel bilden, etwa wie ein schmaler spitzer Zuckerhut ausnehmen, von dessen Rande aus sanfte, wenig geneigte Linien bis zum Niveau des Meeres sich hin erstreckten, unter dem sie mit stärkerer Neigung verschwänden. Viele Continente würden auf einem solchen Durchschnitte wie grosse platte Scheiben oder Durchschnitte von Schilden erscheinen, auf deren Mitte eine spitze Erhöhung sich befindet und deren Ränder dann bald unter die Oberfläche des Meeres einfallen, um sich weiter hin in ziemlicher Tiefe fortzuziehen.

Fig. 14.



§. 98. Diese allgemeine Conformation des Meergrundes hindert indess nicht, dass bedeutende Unebenheiten vorhanden sind, unterseeische Hügel, Bergketten und Thalriffe, sowie gewaltige isolirte Erhebungen, als deren höchster Ausdruck Inseln, wie St. Helena, gelten können, die aus einem ungemein tiefen Meere mit steilabfallenden Wänden aufsteigen. Indess wird doch im Allgemeinen der Meeresgrund mehr den Charakter eines Flachlandes darbieten, das sich nur in der Nähe des Festlandes zu bedeutenderen Terrassen erhebt. Meist findet man in der Nähe der Continente oder Inseln eine solche Terrassenstufe, welche bald mehr, bald minder breit ist, sich mit geringen Schwankungen auf einer mittleren Tiefe erhält und dann fast plötzlich nach der bedeutenderen Tiefe des Oceans hinabsinkt. Auf der beifolgenden Karte (Fig. 15, s. f. S.) ist in der Umgebung von England derjenige Flächenraum des Meeres heller gehalten und durch eine dunklere Schattirung begrenzt worden, dessen Tiefe sich über 200 Metern erhält. Man sieht daraus, dass England, Schottland und Irland nebst allen Inselgruppen bis zu den Shetlands-Inseln eigentlich nur hervorstehende Rippen und höhere Punkte einer continentalen Ausbreitung sind, welche eine Fortsetzung

des französischen Festlandes bildet, und dass bei einer Erhebung von 200 Meter alle diese Inseltheile mit Frankreich vereinigt erscheinen

Fig. 15.



und der sie trennende Canal verschwunden sein würde. Ein langer gekrümmter schmaler Fiord, der sich um die Südspitze von Norwegen herumschlingt, würde dieses Land von dem erwähnten Continente

trennen. Hätte man bei Entwerfung dieser Karte statt einer Tiefenlinie von 200 Metern, eine solche von 400 Metern angenommen, so

Fig. 16.

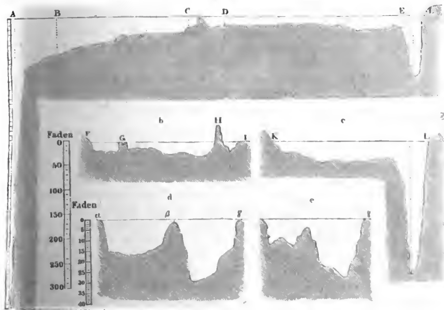


Fig. 17.



würde diese zweite Linie nicht weit ausserhalb der ersten gefallen sein, da der Abfall nach dem Atlantischen Ocean fast plötzlich geschieht. Zur Vervollständigung dieser Ansicht von dem Meeresgrunde um England herum fügen wir noch einige Durchschnitte bei, von denen die drei ersten Profile in der Richtung von West nach Ost gehen, während die beiden unteren das Profil des Meeresgrundes an der engsten Stelle des Canals

zwischen Calais und Dover, von der wir ebenfalls ein Kärtchen (Fig. 17) in grösserem Maassstabe geben, veranschaulichen.

Der erste Durchschnitt (Fig. 16) wird durch eine gebrochene Linie gebildet, welche von dem Punkte *A* auf der Karte in der Nähe der Bank de la Chapelle nach *B* nördlich von der Insel Onessant, von da nach dem Cap Grisnez (*C* auf der Karte), von da zwischen Dover und Calais durch nach dem Punkte *D* nördlich von Calais und dann in gerader Linie nach dem Cap Lindesnaes an der norwegischen Küste geführt worden ist. Bei Betrachtung dieses Profils sieht man, dass das Cap Grisnez sich warzenförmig über die nur wenig undulirte Fläche erhebt, die zwischen England und Norwegen sich ausdehnt, und dass nur hart an der norwegischen Küste bei dem Punkte *E* jener tiefe Thalriss als schmaler Einschnitt sich darstellt, dessen wir schon vorher erwähnten. Gegen den Atlantischen Ocean hin fällt dagegen die Fläche des Meergrundes allmälig, bis endlich in der Nähe der Bank de la Chapelle ein plötzlicher ungeheurer Absturz in das Becken des Atlantischen Oceans hinüber leitet. Der Durchschnitt *b* ist von Hull an der Einmündung der Humber nach dem Punkte *G*, von da nach Helgoland und hinüber an die friesische Küste bei *J* geführt. Hier zeigt sich eine fast gleichförmige Tiefe, welche nach Osten zu grösser wird, und über welche sich die Bank des Humber bei *G* wie eine Warze und die Insel Helgoland wie eine steile Felsnadel erheben. Das Profil *c* geht von Leith (mit *K* bezeichnet) gerade hinüber nach Cap Lindesnaes und lässt das gleichmässig wellenförmige Becken erkennen, das nun plötzlich in der Nähe von Lindesnaes in dem erwähnten Thalriss zu einer Tiefe von 300 Faden sich hinabsenkt. Das Profil *d* endlich führt von Dungeness an der englischen Küste (α) über die mit dem Namen Ridge bezeichnete untermeerische Erhebung (β) nach Cap Grisnez (γ), das andere *e* von Cap Grisnez (γ) in gerader Linie über die mit dem Namen Varne bezeichnete unterseeische Erhebung nach Folkestone (δ). Man sieht aus beiden Durchschnitten, dass der Canal aus zwei unterseeischen Längsthälern besteht, welche in der Mitte durch eine erhabene Terrainfalte von einander getrennt sind, und deren Tiefe höchstens bis auf 30 Faden hinabgeht. Wir dürfen indess nicht unterlassen zu bemerken, dass bei allen Durchschnitten, die wir hier geben, die Höhenmaasse im Verhältniss zu den Längenmaassen ganz ausserordentlich übertrieben sind. Ein wahrheitsgetreues Profil des Canals zwischen Calais und Dover in richtigem Verhältniss der Längen- und Höhenmaasse ausgeführt, würde sich durch einen einfachen Strich darstellen lassen, der, anfangs haarfein, allmälig anschwölle, hierauf in der Mitte feiner würde, dann wieder anschwölle, um auf der anderen Seite ebenfalls in eine haarfeine Spitze auszulaufen. Bei einer Dicke, wie man ihn gewöhnlich den Endstrichen unter den Capiteln giebt, würde die Länge einer Seite von

unserem Formate nicht hinreichen, um das richtige Verhältniss zwischen Länge und Dicke in diesem Striche herzustellen.

Die Gestalt der Continente, welche uns durch das oben angeführte Beispiel dargelegt wird, beruht zum grossen Theile zwar auf der inneren Structur und auf dem ursprünglichen Relief der Faltungen, welche die Erdrinde erlitten hat. Die grosse Tiefe, zu welcher die erhabenen Flächen, welche sich unter dem Meeresniveau in der Umgegend der Continente finden, so plötzlich hinabsinken, macht es indessen wahrscheinlich, dass die Aushöhlung der Oceane in der Art, wie sie jetzt bestehen, auch von Anfang an eine gegebene war, wenigstens in ihren allgemeinen Umrissen; wenn auch auf der anderen Seite nicht geläugnet werden kann, dass sie früher eine grössere Ausdehnung besassen, da der grösste Theil des Festlandes aus Schichten besteht, die aus dem Meere abgelagert wurden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass diejenigen Kräfte, welche einzelne Theile der festen Erdkruste über das Meeresniveau aufwulsteten, stets wieder an denselben Orten wirkten, und dass die ursprünglichen Festlandkerne, welche über das Niveau sich erhoben, nur nach und nach vergrössert wurden, ohne deplacirt zu werden. Man hat vielfach bei geologischen Hypothesen davon gesprochen, dass bei jeglicher Revolution, von welcher wir Spuren haben, auch das Verhältniss des Festlandes zum Meere sich gänzlich geändert habe, und dass da, wo wir jetzt den grossen Ocean mit seinen unergründlichen Tiefen sehen, früher wohl ein Festland gewesen sein könne, während umgekehrt das ganze, jetzt sichtbare Festland vielleicht einen solchen Ocean dargestellt habe. Aus den angestellten Betrachtungen schon geht hervor, dass Behauptungen dieser Art viel zu weit gehen und dass man nur versichern kann, die Continente hätten sich im Laufe der Zeiten allmälig vergrössert, während ihr Platz vom Anbeginn an schon gewissermaassen vorgezeichnet war. §. 99.

Die Erhöhung des Meeresgrundes im Umkreise der Continente hängt indessen nicht allein von dem ursprünglichen Relief, sondern auch von dem Umstande ab, dass das feste Land einem beständigen Zerstörungsprocesse unterworfen ist, und dass die verwitterten Gesteine von den Gewässern, welche dem Meere zuströmen, weggespült und allmälig in dem Meere abgesetzt werden. Jeder Continent hat auf diese Art einen untermeerischen Zerstreuungskreis um sich, innerhalb dessen die von den Gewässern fortgeführten Materialien abgelagert werden; ohne Zweifel werden dadurch die Unebenheiten des ursprünglichen Reliefs nach und nach ausgeglichen, und wenn nicht auf dem Meeresgrunde Strömungen wären, welche theils durch die Ebbe und Fluth, theils durch andere Ursachen bedingt werden und die durch die Heftigkeit ihrer Bewegung nicht nur die angesammelten Materialien weg- §. 100.

reissen, sondern sogar tiefere Rinnsale bilden, so würde um sämmtliche Continente eine gleichförmige, sanft gegen das Meer hin geneigte, untermeerische Fläche entstehen.

§. 101. Die Dicke der Continente ist so unbedeutend und das Relief, welches die Berge bieten, im Verhältniss zu dem Erdhalbmesser so gering, dass es unmöglich wäre, dieselbe auch bei einem grossen künstlichen Globus fühlbar zu machen. Bei einer Kugel von 30 Centimeter (1 Fuss) Halbmesser würde die ganze Dicke der Lage, in welcher das Relief der Continente ausgearbeitet werden müsste, nicht mehr betragen als die Dicke einer gewöhnlichen Firnisslage, mithin würde das Relief gar nicht darstellbar sein. Um dies geringe Volumen der Continente noch fühlbarer zu machen, braucht man nur zu bemerken, dass ein aus der Erdkugel geschnittenes pyramidalisches Stück, das eine quadratische Basis von nur 450 Meter Seite auf der Erdoberfläche hätte, und dessen Spitze sich in dem Mittelpunkte der Erde befände, ein ebenso grosses Volumen haben würde als alle Continente zusammengenommen. Es würde ganz unmöglich sein, an einem Kürbis ein Stück herauszuschneiden, das so fein wäre, wie der hier berechnete Ausschnitt aus der Erdkugel.

§. 102. Um indess auf die Meere zurückzukommen, so erscheint es schon leichter, das Volumen derselben zu berechnen, sobald man sich nur über die mittlere Tiefe derselben verständigt. Die Oberfläche des Meeres beträgt 3742563 Quadratmyriameter. Nehmen wir nun die mittlere Tiefe zu 5000 Metern oder einem halben Myriameter an (Annahme, die eher zu klein als zu gross sein dürfte), so erhalten wir für das Volumen der sämmtlichen salzigen Gewässer die Summe von 1871281 Cubikmyriameter. Die Erdkugel im Ganzen hat ein Volumen von 1082634000 Cubikmyriametern; die Meere betragen demnach $\frac{1}{578}$ von dieser Summe und das aus dem Wasser hervorstehende Festland nur $\frac{1}{3254}$.

§. 103. Solche Berechnungen könnten vielleicht für den speciellen Zweck, den wir zu verfolgen beabsichtigen, unnütz erscheinen; sie sind aber im Gegentheil oft von ungemeinem Vortheile, indem sie nicht nur eine klare Vorstellung der gegenseitigen Verhältnisse geben, sondern auch oft unmittelbar die Absurdität mancher aufgestellten Meinungen darthun. So hat man z. B. oft und vielfach behauptet, die festen Massen, welche die Erde zusammensetzen, seien früher in dem Wasser aufgelöst gewesen, und hätten sich nur allmälig daraus niedergeschlagen. Wenn dieses wahr wäre, so müsste ein Kilogramm Meerwasser 578

Kilogramm erdige Snbstanzen in Auflösung gehabt haben; ein Verhältniss, welches bei der geringen Auflöslichkeit der mineralischen Substanzen, aus denen der Erdkörper besteht, geradezu eine baare Unmöglichkeit ist. Eine Hypothese aber, die auf eine Unmöglichkeit basirt ist, kann nnr Unsinn sein.

Die Gewässer bilden etwa drei Viertel der Erdoberfläche und haben eine mittlere Tiefe von 5000 Metern. Würde man diese Wassermasse gleichmässig vertheilen über die ganze Fläche der Erde, so erhielte man ein Meer von 3750 Meter Tiefe; denn die Continente würden nur hinreichen, 1250 Meter Tiefe auszufüllen. Alles organische Leben wäre durchaus unmöglich bei einer solchen gleichmässigen Vertheilung des Gewässers und bei so ungeheurer Tiefe des überall die Erdkugel umgebenden Meeres. Es leben freilich viel Pflanzen und Thiere in der See nnd wir finden deren fast in allen Breiten in dem Wasser schwimmend; allein wir dürfen dennoch nie vergessen, dass eigentlich doch nur die eigenthümliche Bildung der Continente nnd die flachen, wenig tiefen Küstenstriche das organische Leben möglich machen. Auf dem Meeresgrunde von mehr als 1000 Meter Tiefe leben weit weniger Thiere als an den Küsten, und die Existenz der wenigen Hochseethiere, welche über den Untiefen schwimmen, ist innig mit denjenigen verknüpft, welche an den flachen Küstenstrichen sich aufhalten. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich auf dem festen Lande. Das wahre, üppige, productive Leben findet sich nnr in den Niederungen, in den flacheren Strichen; je höher man sich an den Bergen erhebt, desto ärmlicher wird die Vegetation, desto beschränkter das thierische Leben; auf den höchsten Schneegipfeln ist alles Leben verschwunden, und nur der Adler, der in den Lüften kreist, kann dort leben nnter der Bedingung, dass er tiefer nnten seine Nahrung findet. So zeigt sich denn die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde tief mit der Bildnng der unorganischen Elemente verwebt und die eigenthümlichen Formen des Festlandes wie der Meeresbecken erscheinen nicht so bedeutungslos für das Leben der auf und in ihnen lebenden Schöpfungen, wie man von vornherein glauben könnte. §. 104.

Der Erdkörper an sich besteht indess nicht bloss aus festen nnd tropfbar flüssigen Theilen, aus Festland und Meer; er hat auch noch eine elastisch flüssige, luftförmige Hülle, die um so weniger ausser Acht gelassen werden darf, als die in ihr vorgehenden Erscheinnngen nicht ohne wichtigen Einfluss auf die anderen Elemente bleiben. Die Masse der Atmosphäre ist nur gering im Verhältniss zu dem ganzen Erdkörper, sie beträgt nnr $\frac{1}{352}$ der gesammten Masse des Meeres, nnd dennoch, so gering auch dies Verhältniss scheinen mag, so ist es doch §. 105.

die Atmosphäre fast allein, von deren Bewegung diejenigen der gesammten Wassermasse abhängen. In der That sind die Wellen und Strömungen hauptsächlich den in der Atmosphäre entstehenden Strömungen der Winde und Stürme zuzuschreiben, und mit Ausnahme der Ebbe und Fluth, die von anderen Ursachen abhängen, ist die Atmosphäre der einzige Heerd aller Meeresbewegungen. Diese aber sind nicht ohne Einfluss auf die Constitution des festen Landes; der Wellenschlag des Meeres gehört mit zu den hauptsächlichsten Zerstörungsursachen, welche beständig an der Existenz des festen Landes nagen, und seine Spuren lassen sich in allen geologischen Epochen deutlich wahrnehmen und verfolgen. Auch dies Beispiel zeigt wieder auf's Neue, dass man nicht die Grösse der Wirkung nach der Masse der ursächlichen Momente berechnen darf, sondern dass oft gewaltige Wirkungen auch durch kleine, unbedeutende Massen erzeugt werden können. Freilich ist auf der anderen Seite wieder zu bedenken, dass diese mittelbaren Wirkungen der Atmosphäre für uns zwar von sehr bedeutender Grösse erscheinen müssen, da wir mit unserer Existenz sowohl als auch hinsichtlich der speciellen Wissenschaft der Geologie fast nur auf das feste Land angewiesen sind; während auf der anderen Seite in Bezug auf den ganzen Erdkörper diese Wirkungen nur höchst unbedeutend, ja fast verschwindend klein sind, weil sie eben nur sehr langsam und allmälig ausgeübt werden und auch nur auf einen sehr kleinen Theil der Erde, nämlich auf die Küsten des Festlandes wirken. Auch dies Verhältniss darf nicht ausser Acht gelassen werden; es ist nur zu natürlich, dass wir Erscheinungen, die uns näher betreffen, weit bedeutender anschlagen, als sie wirklich sind, und es ist deshalb nothwendig, stets bei solchen Gelegenheiten sich das Verhältniss, in welchem die uns zur Untersuchung vorliegenden Erscheinungen zu dem Gesammtkörper der Erde stehen, recht lebhaft vor Augen rücken.

8. Allgemeine Orographie.

§. 106. Im Allgemeinen unterscheidet man auf dem Festlande **Ebenen** und **Berge**. Diese beiden Bezeichnungen aber, so fest und bestimmt sie auch erscheinen mögen, sind doch im Ganzen nur sehr relativ, und was an dem einen Orte als Ebene erscheint und auch als solche angenommen wird, könnte anderwärts schon als Bergkette betrachtet werden. Ebene sollte eigentlich, dem Wortsinne nach, nur jede horizontale Fläche heissen, allein die Landes bei Bordeaux, die Marschländer Hollands und Frieslands ausgenommen, möchten nur sehr wenig solcher vollkommen horizontaler Flächen von einiger Ausdehnung in Europa sich finden lassen, und auch bei diesen muss man noch über die zahlreichen Canäle und Rinnsale von Flüssen und Bächen hinwegsehen.

In der Nähe von Bergen, die eine bedeutende Höhe erreichen, nimmt man es mit dem Worte Ebene schon weit weniger genau, und je höher die Bergkette ist, je schroffer ihr Absatz gegen das umliegende Land erscheint, desto grössere Unregelmässigkeiten kann auch die Umgebung zeigen, ohne dass man ihr deshalb den Charakter der Ebenen streitig macht.

Wenn man von einem Hochgipfel der Pyrenäen herab über das weite Land hinaus schaut, das sich im Norden dieser Gebirgskette ausbreitet, so glaubt man nur eine weite Ebene vor sich zu haben, und Geographen wie Touristen reden von der Ebene der Gascogne. Und dennoch ist diese Gascogne keine Ebene, sondern ein Hügelland, dessen Hügel von vielfachen Thälern durchschnitten sind und dessen Erhebungen in Holland für hohe Berge gelten würden. Von dem Belvedere der Pyrenäen erscheint aber das ganze Land wie eine weite Fläche, da die Hügel in ihrer Höhe nicht sehr von einander verschieden sind und die Thäler kaum erkenntlich als dunkle Linien zwischen denselben sich hinziehen. Noch auffallender ist dies Verhältniss in der Schweiz. Die Molasseberge, welche in dieser vorkommen, sind so hoch, als manche für hohe Berge geltende Bergketten anderer Länder; sie verschwinden aber gegen die gewaltigen Kolosse der Alpen, und im Verhältniss zu diesen erscheinen sie nicht bedeutender als kleine Hügel in flacheren Gegenden. Man spricht deshalb auch allgemein von der ebenen Schweiz und hat ein Recht, sich so auszudrücken, da in der That diese Anhöhen, den Alpen und dem Jura gegenüber, nicht für bedeutend gelten können.

Schon oben wurde erwähnt, dass wir von Natur aus dazu geneigt sind, die Berge viel höher anzuschlagen, als sie wirklich sind, ihre Grösse und Wichtigkeit zu überschätzen und dagegen die Ausdehnung der Ebenen, den Flächeninhalt des platten Landes herabzusetzen und zu verringern. Geht man aber nun noch weiter und vergleicht man die Gebirge mit dem Gesammtkörper der Erde, so erscheinen sie am Ende so verschwindend klein, dass es kaum der Mühe werth scheint, dieselben näher in's Auge zu fassen. Zu diesem Endzweck scheint es nicht überflüssig, die Höhe der bedeutendsten Gipfel über dem Meere mit der Länge des Erdhalbmessers zu vergleichen. Bekanntlich ist dieser grösser an dem Aequator als an den Polen, da die Erde in der Richtung ihrer Axe zusammengedrückt ist, und zwar ist der Aequatorialhalbmesser um 20908 Meter grösser als derjenige der Pole. In den nachfolgenden Zeilen ist die Höhe einiger der erhabensten Gipfel der Erde im Verhältniss zu der mittleren Länge des Erdhalbmessers berechnet und ebenso, in der letzten Rubrik, das Verhältniss dieser Höhe zu der Grösse der Abplattung gegeben. §. 107.

Name des Berges.	Absolute Höhe in Metern.	Bruchtheil des Erdhalbmessers, den die absolute Höhe darstellt.	Bruchtheil der Abplattung.
Dhawalagiri . .	8556	$\frac{1}{770}$	0,4080
Dschawahir . .	7821	$\frac{1}{813}$	0,37407
Nevada de Sorata	7696	$\frac{1}{871}$	0,36809
Montblanc . . .	4820	$\frac{1}{1321}$	0,23005

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dass die grössten Höhen der Erdgebirge noch nicht einmal so bedeutend sind als die Dicke des Meniscus, den man sich um den Aequator denken kann, und dass man demnach füglich das ganze Relief der Continente aus diesem Meniscus bilden könnte, ohne noch so tief gehen zu müssen, als die Abplattung der Pole geht. Noch mehr aber ist zu bedenken, dass hier nur einzelne isolirte Punkte, deren Höhe im Verhältniss zu den übrigen Theilen des Festlandes ganz excentrisch ist, in Berücksichtigung genommen wurden, und dass die Zahlen verschwindend klein würden, wenn man die gewöhnlichen Höhen der meisten Bergketten in Betracht ziehen wollte.

§. 108. Berge und Ebene sind im Allgemeinen sehr unregelmässig auf dem Festlande vertheilt, und man thut deshalb wohl, bei der Betrachtung der Reliefformen des Landes noch andere Unterschiede zu machen. Im Allgemeinen kann man zuerst unter Hochländern und Tiefländern unterscheiden, eine Bezeichnung, wobei man hauptsächlich die mittlere Höhe ausgedehnter Landstriche in das Auge fasst. Die Tiefländer beginnen gewöhnlich unmittelbar an den Küsten des Meeres und erheben sich allmälig mit sanfter Ansteigung gegen das Innere der Continente hin, so zwar, dass sie ohne genauere Nivellirung dem Auge meist als vollkommene Ebenen erscheinen. Norddeutschland bis zu dem Wesergebirge hin, das europäische Russland, der grösste Theil der ostindischen Halbinsel, die Pampas Südamerika's, die Küste von Texas etc. geben Beispiele solcher Tiefländer, welche unmittelbar unter das Niveau des Meeres einschiessen, während andere ziemlich tief gelegene Ebenen, wie z. B. Niederungarn, die Provence, das Tiefland zwischen den Alleghanies und den Felsengebirgen in Nordamerika, Beispiele von Tiefländern bieten, welche grösstentheils durch Bergketten eingeschlossen in dem Inneren der Continente liegen.

Die Hochländer finden sich meistens mehr in dem Inneren der Continente und lassen einen zweifachen Typus erkennen. Zuweilen

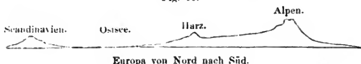
nämlich stellen sie sich als Hochebenen oder Tafelländer dar, als ausgebreitete Ebenen, welche meistens zwischen zweien Gebirgsketten, wie zwischen einem Rahmen ausgespannt liegen und im Allgemeinen eine ziemlich gleiche Höhe zeigen. Das baierische Plateau zwischen den Alpen und dem Fichtelgebirge, die Hochländer von Persien, von der Wüste Copi in Asien, von Caracas in Südamerika bilden Beispiele solcher hochgelegenen Tafelländer, die meistens eine sanfte Neigung von einer zu der anderen Kette darbieten und deren Relief gewöhnlich nur durch die Erosionen und Ausspülungen der fliessenden Wasser verändert wird. Anders verhält es sich mit den eigentlichen Gebirgsländern, in welchen durch die Aufrichtungen der Schichten, die Durchbrüche der ungeschichteten Massen ein grosser Wechsel in der absoluten Höhe nahe neben einander liegender Punkte erzeugt wird. Gewöhnlich finden sich die Gebirgsländer oder Gebirgszonen am Rande der Hochebenen nnd bilden so gewissermassen den Rahmen, zwischen welchem diese ausgespannt sind.

Im Allgemeinen kann man das Gesetz aufstellen, dass die bedeu- §. 109.
tenderen Bergketten, denen als solchen ein grosser Einfluss auf das allgemeine Relief eines Continentes zukommt, auf beiden Seiten mit Ebenen von sehr verschiedener Höhe in Verbindung stehen, und dass gewöhnlich auf der einen Seite eine Hochebene, auf der anderen Seite aber ein Tiefland solche Gebirge begrenzt, so dass sie einerseits mit steilen Gehängen fast unmittelbar aus dem Meere oder einer nur wenig über dasselbe erhabenen Tiefebene sich aufschwingen, während andererseits ihre Abfälle sich allmälig nur in ein Hochland abschleifen. So finden wir auf der einen Seite der Alpen die Hochländer der Schweiz, Baierns und Oesterreichs, auf der anderen Seite das Tiefland der Lombardei, welches mit langsamer Senkung unter die Meeresfläche einschiesst. An dem Himalaya finden sich in ähnlichen Verhältnissen einerseits Ostindien, die Lombardei Centralasiens, andererseits das Centralplateau der Mongolei und Persiens. Bei den Cordilleren Südamerika's finden wir westlich die steilen Abhänge, welche durch die schmalen Küstenstriche von Peru und Chili in das Meer abschiessen, östlich das brasilianische Hochland, das nur allmälig in die Pampas und Savannen übergeht.

Betrachtet man die Durchschnitte der Continente, welche mit Be- §. 110.
ziehung auf diese Verhältnisse angefertigt sind, so sieht man meist, dass zwar eine Hauptgebirgskette vorzugsweise das Relief eines solchen Continentes bestimmt, dass aber gewöhnlich noch andere Gebirgsketten zweiten Ranges vorhanden sind, welche der Hauptzone parallel laufen und so gleichsam den Rahmen vervollständigen, zwischen welchem der einem Becken ähnliche Continent aufgehäuft ist. Auf den beigefügten

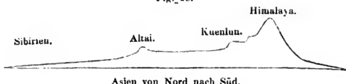
Durchschnitten der fünf Continente erscheinen so die verschiedenen Gebirgsketten gewissermaassen wie Nähte, in welchen die einzelnen Abtheilungen des Festlandes, welche verschiedene Höhen besitzen, zusammengeschweisst sind. Bemerkenswerth ist, dass die höhere, dominirende Bergkette im Allgemeinen auch dem grösseren Ocean zugewandt ist.

Fig. 18.



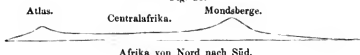
Europa von Nord nach Süd.

Fig. 19.



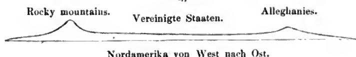
Asien von Nord nach Süd.

Fig. 20.



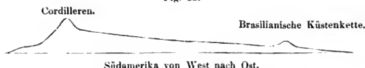
Afrika von Nord nach Süd.

Fig. 21.



Nordamerika von West nach Ost.

Fig. 22.



Südamerika von West nach Ost.

§. 111. Die äusseren Conturen der Continente hängen, wie leicht ersichtlich, hauptsächlich von der Vertheilung der Gebirgszonen ab, an welche die verschiedenen Ebenen sich anlehnen, und diese Vertheilung scheint wieder allgemeinen Gesetzen unterworfen, die aus der geologischen Structur hervorgehen. Schon Baco von Verulam, noch mehr aber später Buffon, Steffens und Forster hatten als allgemeines

Gesetz für die Bildung der Continente hervorgehoben, dass die Hauptmasse des Festlandes in der gemässigten Zone der nördlichen Hälfte angehäuft sei, während die südliche Erdhälfte nur wenig Festland enthalte; sie hatten ferner bemerkt, dass dies Verhältniss grossentheils damit zusammenhänge, dass die Continente nach Süden hin in mehr oder minder lange Spitzen auslaufen, welche sich nach und nach in dem Meere verlieren, während sie nach Norden hin breite, ausgedehnte Massen darstellen. Dies ist der Fall mit den Continenten im Grossen, wie auch besonders noch mit den Halbinseln und Inseln. Der südamerikanische Continent setzt sich nach Süden hin in die schmale Zunge des Feuerlandes fort, Afrika und Neuholland zeigen nach Süden hin gerichtete einfache Spitzen, die bei dem letzteren noch durch Vandimensland vergrössert ist. Asien zeigt mehre Spitzen in Vorder- und Hinter-Indien, sowie in Arabien; Europa mehre in Italien, Griechenland und Spanien; Nordamerika ebenfalls mehre in Californien, Mexico und Florida. Die meisten Halbinseln laufen spitz nach Süden aus, während sie im Norden mit dem Festlande zusammenhängen; Californien, Florida, Kamtschatka, Skandinavien, Italien, der Peloponnes, Hinterindien, Korea sind in diesem Falle, und es finden sich nur wenige Inseln oder Halbinseln, bei welchen, wie z. B. bei Grossbritannien, die Spitze nach Norden und die Basis nach Süden schaut, was dann meistens mit ganz besonderen Umständen zusammenhängt. Der Zusammenhang der Continente durch schmale Landengen, denen meistens ein bedeutender Inselarchipelagus vorliegt, sowie die entsprechenden Aushöhlungen und Vorsprünge derselben lassen noch mancherlei Analogien dieser Art erkennen, die man auf verschiedene Weise auszubeuten versucht hat.

Mit den Verhältnissen der Gebirgszonen hängen besonders noch §. 112.
diejenigen Eigenthümlichkeiten in der Bildung der Continente zusammen, welche man mit dem Namen der Gliederung der Continente bezeichnet hat. Man betrachtet hierbei hauptsächlich die Abrundung der Continente zu einem geschlossenen Ganzen, was meistens eine ziemlich einfache geometrische Figur darstellt, und die von dieser Figur auslaufenden Spitzen und Rippen, welche man im Allgemeinen mit dem Namen der Glieder bezeichnet, während die Grundfigur der Stamm genannt wird. Von dieser Gliederung der Continente hängt hauptsächlich das Verhältniss der Küstenerstreckungen zu dem inneren Flächenraume ab, und im Allgemeinen kann man sagen, dass die Culturfähigkeit eines Continents um so grösser ist, je bedeutender das Verhältniss der Glieder zu dem Stamm sich darstellt. So zeigt sich Afrika als der geschlossenste Continent, der ohne den Ausschnitt des Meerbusens von Guinea eine fast regelmässige Eilinie darstellen würde, die an der Seite ihres stumpfen Endes durch die schmale Landenge von Suez mit Asien zusammenhängt. Das Verhältniss der Küstenerstreckung zu dem inneren Flächenraume Afrikas ist deshalb auch ungünstiger wie bei allen

anderen Continenten, indem auf 534000 Quadratmeilen Flächeninhalt nur 3500 Meilen Küstenlänge, also auf je 152 Quadratmeilen Flächenraum 1 Meile Strand kommt.

Mit demselben Rechte, mit welchem man Afrika als einen besonderen von Asien unabhängigen Continent betrachtet, obgleich die Landenge von Suez beide verbindet, muss man auch Amerika in zwei Continente, Südamerika und Nordamerika, zerfällen, welche durch die schmale Landenge von Panama mit einander verbunden sind. Südamerika steht nun hinsichtlich seiner Geschlossenheit Afrika am nächsten; es bildet etwa ein rechtwinkliges langgestrecktes Dreieck ohne Ausläufer, das auf 321000 Quadratmeilen Flächeninhalt 3400 Meilen Küstenlänge hat, woraus ein Verhältniss zwischen Land und Küste wie 94 zu 1 sich ergiebt.

Besser schon ist Neuholland gestaltet, das zwar im Allgemeinen eine ziemlich gleichförmige Contur darbietet, aber durch viele kleine Einschnitte das Verhältniss zwischen Land und Küste wieder günstiger herstellt. Trotz dem, dass man auch bei diesem Inselcontinente keine Gliederung annehmen kann, so findet man doch auf etwa 138000 Quadratmeilen Flächeninhalt eine Küstenlänge von 1900 Meilen, was ein Verhältniss von 73 : 1 ergiebt.

Die drei südlichen Continente, Südamerika, Afrika und Neuholland, zeigen sich demnach als ungegliederte Stämme mit grosser Abgeschlossenheit und geringer Küstenerstreckung im Verhältniss zu dem Flächeninhalt und bieten somit ungünstige Bedingungen der Culturentwickelung dar.

Europa und Asien bilden in geographischer Hinsicht eigentlich nur einen einzigen Continent, als dessen Körper Asien anzusehen ist, während Europa nur einen Fortsatz davon darstellt. Betrachtet man diesen Continent in seiner Gesammtheit, so erscheint er vielfältig gegliedert nach West, Süd und Ost, während seine Küstenlinie nach Norden hin verhältnissmässig eine ziemlich einförmige ist. Die Gesammtoberfläche des europäisch-asiatischen Continents beträgt 970000 Quadratmeilen, die Küstenlänge 12000 Meilen, was für die Gesammtheit ein Verhältniss wie 80 : 1 gäbe, etwas geringer, wie dasjenige von Neuholland, etwas bedeutender als das südamerikanische.

Betrachtet man dagegen Asien als einen isolirten Continent, so findet man, dass seine Glieder, zu welchen hauptsächlich Kamtschatka, Korea, Hinterindien, Vorderindien, Arabien und Kleinasien gehören, etwa ein Fünftheil des ganzen Continentes ausmachen, der im Ganzen etwa 800000 Quadratmeilen Flächeninhalt auf 7700 Meilen Küstenerstreckung hat, so dass auf je 105 Quadratmeilen Land eine Meile Küste kommt. Trotz der bedeutenden Gliederung Asiens würde demnach das Verhältniss der Küstenerstreckung zu dem Flächeninhalte sich geringer herstellen als bei Südamerika, wenn nicht Europa als

der gegliedertste Continent überhaupt ein bedeutendes Gewicht in die Wagschale legte.

Bei Europa kann man eigentlich nicht von einem Stamme sprechen; wenn man aber einen solchen annehmen will, so kann man ihn durch ein Dreieck umschreiben, dessen eine Seite durch die Erstreckung des Ural gebildet wird, während die entgegenstehende Spitze an den Pyrenäen sich fände. Als wesentliche Glieder sind hier die scandinavische und die jütländische Halbinsel, Nordholland und die Bretagne, die hesperische Halbinsel, Italien, Istrien, die Türkei mit Griechenland und die Krim anzusehen, wozu noch die vielen Inseln kommen, die wir hier, wie bei den übrigen Continenten, unberücksichtigt lassen, die aber das Verhältniss noch bei weitem günstiger stellen würden, wenn sie überall in Anschlag gebracht würden. So umgrenzt, beträgt der Flächeninhalt von Europa etwa 160000 Quadratmeilen, während seine Küstenlänge 4300 Meilen ist, absolut mehr als die Küstenlänge von Afrika oder Südamerika, so dass das Verhältniss von Inhalt zu Küstenlänge sich wie 37 : 1 stellt.

Europa am nächsten kommt Nordamerika, dessen Gliederung, auch abgesehen von Grönland, welches wir hier als eine Insel betrachten, nach allen Seiten hin sehr auffallend ist. Als wesentlichste Glieder stellen sich hier dar: die Halbinseln von Labrador, Neuschottland, Florida, die Landenge von Panama, die Halbinseln Californien und Alaschka, so dass bei einem Flächenraum von 342000 Quadratmeilen Nordamerika 6100 Meilen Küstenerstrecknng besitzt, was ein Verhältniss von 56 : 1 ergiebt.

An die Betrachtung der Continente schliesst sich nothwendiger Weise diejenige der Inseln an; ihrer Form nach kann man sie als langgestreckte und rundliche, als Ketteninseln und Masseninseln unterscheiden. Gewöhnlich hängt diese Form von einem inneren Bergkerne ab, wie denn z. B. die rundlichen Inseln meist einen Vulcan als Mittelpunkt besitzen, während die langgestreckten durch eine Bergkette bezeichnet werden, die oft einen Riss der Erdrinde darstellt. Der Lage nach unterscheidet man Continental-Inseln und pelagische Inseln. Die ersteren erscheinen gewöhnlich in langgestreckter Form, nahe den Küsten der Continente und sind meistens nur die Fortsetzungen continentaler Gebirgsländer, deren Zusammenhang mit dem Continente durch eine geringe Meerestiefe verdeckt ist. In diesem Verhältnisse stehen z. B. Grossbritannien und Irland, die dänischen Inseln, Sicilien und die griechischen Inseln zu Europa, Ceylon und Hainan zu Asien, Neufoundland und Feuerland zu Amerika, Vandimensland zu Australien. Bei weiterer Fortsetzung und öfterer Unterbrechung des Zusammenhanges gehen aus diesen Continentalinseln Inselketten hervor, welche in einer bestimmten Erstreckung von dem Festlande aus in das §. 113.

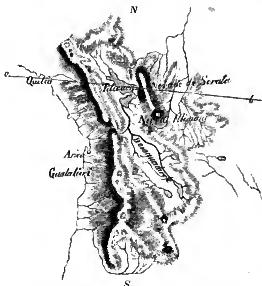
Meer hinein sich fortsetzen und so die Höhenpunkte der Fortsetzung einer continentalen Bergkette bezeichnen, deren Basis von dem Meere überfluthet wird. So bildet die Inselkette der Antillen die Fortsetzung der Halbinsel Florida, und ähnliche Verhältnisse sehen wir in den Aleuten und den japanischen Inseln, in der Kette der Inseln Cerigo, Kandia, Scarpanto und Rhodus, in derjenigen der Inseln Sumatra, Java, Sumbava, Flores, Timor, der Baudagruppe und Neuguinea, die alle sich als mehr oder minder ausgedehnte Spitzen unter dem Ocean versenkter Bergketten darstellen, die als die Fortsetzung entsprechender Halbinseln und Continentalspitzen erscheinen. Im Gegensatze hierzu stehen die rundlichen Masseninseln, welche bald völlig einsam aus dem Meere auftauchen, wie z. B. Island oder St. Helena, oder auch sich zu mehr oder minder unregelmässigen Gruppen vereinigen, in denen sich meist keine bestimmte Direction nachweisen lässt. Es stehen diese Formen in genauerer Beziehung zu der Gliederung der Gebirge selbst, auf welche wir im Verlaufe noch näher eingehen müssen.

§. 114. Die Richtung der Bergketten ist indess nicht die einzige bedingende Ursache der Gestalten, welche die Continente darbieten; es tritt hier noch ein zweites, ebenso wichtiges Moment auf, nämlich die Anordnung der Thäler. Es möchte paradox erscheinen, dass wir hier Berge und Thäler von einander trennen und als unabhängige Grössen einander gegenüber stellen. Man ist daran gewöhnt, sich keine Berge ohne Thäler, keine Thäler ohne Berge zu denken, und dennoch ist es nicht so sehr selten, diese beiden Formen von einander unabhängig zu treffen. So trifft es sich z. B. sehr oft, dass einzelne Kegelberge oder Dome sich über eine umgebende flache Ebene erheben, ohne dass in dieser Ebene Thäler eingeschnitten wären. Selbst wenn mehre solcher Kegelberge in einiger Nähe ständen, wie dies oft bei Vulcanreihen der Fall ist, so könnten darum die Zwischenräume, welche die einzelnen Kegel oder Dome von einander trennen, nicht als Thäler angesehen werden. Noch häufiger aber finden sich Thäler ohne Berge. Ueberall auf den Plateaus und den Ebenen, wo Flüsse und Ströme rinnen, sind diese in tieferen Rinnsalen ausgehöhlt, die oft ziemlich bedeutende Thäler bilden. Das ganze untere Seinebecken, die Flussgebiete der unteren Loire, der unteren Garonne, so weit sie in den Ebenen der Gascogne läuft, die nord-deutschen und sibirischen Flüsse sammt und sonders sind in diesem Falle. Nun kann man doch wahrlich nicht die weiten Ebenen der Gascogne, Sibiriens etc. für Berge ansehen, da es nur ganz flache Erstreckungen sind, in welchen die tieferen Rinnen ausgehöhlt sind. Die Hälfte von Frankreich bietet solche Thäler dar, die in Ebenen eingeschnitten sind, und wo weit und breit kein Berg zu sehen ist. Thäler und Berge erscheinen demnach sehr oft als durchaus unabhängige Elemente eines Reliefs und die Richtung der einen kann sehr oft nicht aus derjenigen der anderen erschlossen werden.

Diese gegenseitige Unabhängigkeit lässt sich indess nicht bloss da bemerken, wo eines dieser Elemente isolirt auftritt; auch an Orten, wo beide gemeinschaftlich vorkommen, hebt sie sich öfters sehr deutlich hervor. So giebt es viele Thäler, welche die Bergkette quer durchbrechen und ihren Lauf unbekümmert um dieselben fortsetzen, und eben aus diesem Grunde erscheint es oft falsch, die hohen Gebirgszüge zugleich als Hauptwasserscheiden zu betrachten. Die Beispiele sind ungemein häufig, wo die Bergketten durchaus keinen Einfluss auf die Bildung der Flussgebiete haben, sondern diese von kleinen Erhabenheiten abhängen und sich quer durch die höheren Gebirge durchdrängen. Der Rhein bietet eines der schönsten Beispiele dieser Art dar. In Graubünden entsprungen, folgt er einem Alpenthale bis zum Bodensee und etwas weiter. Bei Schaffhausen und Lauffenburg trifft er auf den hohen Gebirgszug des Jura, den er mitten durchbricht, um seinen Lauf nach Basel und von da weiter gen Norden fortzusetzen. Hinter Mainz trifft er auf die Ketten des Hundsrücks und des Taunus, die, geologisch betrachtet, nur einen einzigen Gebirgszug bilden, der in der Mitte durchbrochen ist. Die Schichten auf beiden Ufern entsprechen sich vollkommen, so dass an dieser Identität beider verschieden benannter Ketten kein Zweifel sein kann, und so nahe treten die Lippen des Risses gegen einander, dass man bedeutende Sprengarbeiten hat vornehmen müssen, um die Hindernisse, welche die Felsen der Schifffahrt in den Weg legten, auf die Seite zu räumen. Das Rheinthal durchsetzt mithin zwei verschiedene Bergketten, ehe es sich mit dem Meeresbecken vereinigt. In gleicher Weise durchbrechen die Maas die Ardennen, Rhein, Rhone, Doubs und Birs den Jura. In noch weit grösserem Maassstabe findet sich diese Erscheinung in Nordamerika. Alle grösseren Flüsse, die sich in den Atlantischen Ocean ergiessen, der Hudson, Delaware etc., entspringen nicht in den Alleghaniesgebirgen, sondern hinter denselben auf der Höhe eines Plateaus, das kaum einige Hügelzüge darbietet und dessen Neigung einerseits nach dem Ocean, anderseits nach den grossen Stromgebieten des Ohio und Missisippi nur sehr gering ist. Nichts desto weniger findet sich die Wasserscheide nicht in der ziemlich hohen und langgestreckten Kette der Alleghanies, von welcher sogar die Form der östlichen Küste abhängt, sondern auf dem weit niedrigeren Plateau, und die Flussthäler durchbrechen die Kette in verschiedenen Richtungen und an mehren Orten. Am auffallendsten aber gestalten sich die Verhältnisse in den Anden, an dem schon berührten See von Titicaca. Dieser liegt in einem Längsthale eingeschlossen zwischen zwei ungemein hohen Bergrücken, welche die höchsten Spitzen des südamerikanischen Continentes tragen. Die im See von Titicaca angesammelten Gewässer fliessen an der Stadt La Paz vorbei durch den Fluss Desaguadero in einen zweiten kleineren See, der keinen §. 115.

Ausfluss hat. Die hohen Gipfel der Nevada de Sorada nnd ihre Nebenbuhler bilden die Mauer, welche das Becken des Sees von den tie-

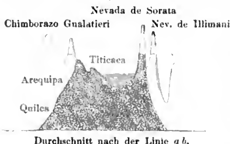
Fig. 23.



Karte der Umgegend des Sees von Titicaca.

fen Ebenen der Pampas abschneiden. Der in Fignr 23 gegebene Durchschnitt der Gegend nach der auf der Karte angezeigten Linie *a b* zeigt diese Verhältnisse sehr deutlich. Die Höhen sind natürlich dabei sehr übertrieben im Verhältnisse zur Basis, wodurch die hohen Gipfel des Chimborazo, Gualatieri und der Nevaden sich wie Obelisken darstellen. Aber die Wasserscheide findet sich nicht an diesen Riesen, sondern ganz in der Nähe des Sees, längs seines östlichen Ufers in einer unbedeutenden Hügelreihe, welche der Kette der Nevada parallel läuft. Von dort aus fliessen die Wasser in eine schmale Längsrinne, die man kanm Thal nennen kann, und brechen dann durch tiefe Schluchten zwischen der Nevada und den anderen Gipfeln durch nach den Pampas zu. Auch bei dem Himalaya

Fig. 24.



Durchschnitt nach der Linie *a b*.

lassen sich ähnliche Verhältnisse beobachten. Der Ganges mit seinen Zuflüssen entspringt zwar auf dem südlichen Abhange des Himalaya und fliesst durch die Ebenen ohne Aufenthalt hinab gegen das Meer; das Flussgebiet des Indus aber entsteht auf den nördlichen Abhängen und sein Thal bricht durch die Kette durch, um sich ebenfalls nach Süden zu öffnen. Man könnte die Beispiele in's Unendliche vermehren; es genügt hier, damit gezeigt zu haben, dass die Thäler oft durchaus unabhängig von den Gebirgsketten sind, und dass man sehr irren würde, wenn man, wie *a priori* am rarionellsten scheint, die höheren Gebirge auch zugleich als die Wasserscheide und umgekehrt annehmen wollte.

§. 116. Die näheren Verhältnisse der Gebirge verdienen um so mehr unsere Beachtung, als in diesen hauptsächlich die innere Structur der festen Erdkruste sich aufschliesst, während in den Ebenen nur selten sich Gelegenheit zur Untersuchung tieferer Schichten darbietet. Wir können hinsichtlich der Gruppirung der allgemeinen Verhältnisse der Berge nach Ausdehnung und Form wesentlich folgende Arten unterscheiden.

Erstens isolirte, einzeln stehende Berge. Es giebt solcher Erhebungen über eine allgemeine Fläche nur äusserst wenige und meist werden sie von vulcanischen Massen gebildet oder auch durch Reste von alten Plateaus, deren weitere Erstreckung ringsherum zerstört

Fig. 25.

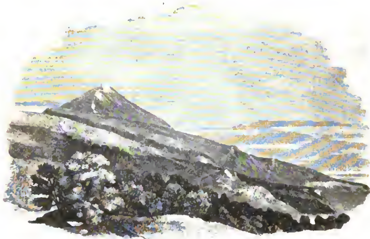


Der Pic de Teyde auf Teneriffa.

worden ist. Im ersteren Falle haben diese Berge die Gestalt eines Kegels oder einer Kuppel mit mehr oder minder regelmässigen Gehängen, wie z. B. der Aetna, der Vesuv, der Pic von Teneriffa u. s. w.;

im letzteren Falle sind es gewöhnlich Hochebenen, deren steil abgewaschene Wände die Schichten gewahren lassen, deren weitere Erstreckung weggerissen ist; die Insel Helgoland bietet ein prägnantes Beispiel dieser Art an der deutschen Küste dar.

Fig. 25.



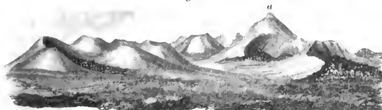
Der Pic de Teyde auf Teneriffa.

Meistens finden sich bei den Gebirgen mehre Gipfel, die durch mehr oder minder bedeutende Einschnitte von einander getrennt sind, so dass hierdurch eine gewisse Gruppirung entsteht, die zuweilen wohl rein zufällig erscheint, während sie meistens mit der Structur selbst im innigsten Verhältnisse steht. Man kann hiernach

Zweitens gruppirte Berge oder Gruppengebirge unterscheiden. Auf einer mehr oder minder erhabenen Basis finden sich dann isolirte Gipfel von Kegel- oder Kuppenform, welche in ähnlicher Weise zusammenstehen, wie Maulwurfshaufen auf einer Wiese. Die Vulcangruppe der Auvergne, von welcher wir hier einen Theil abbilden und die sich über das Centralplateau von Frankreich erhebt, sowie die Vulcangruppe der nördlichen Rheingegend, welche die Hochebene der Grauwackengebilde durchbricht, liefern von diesen Gruppengebirgen eine deutliche Anschauung. Zuweilen kann man in der Anordnung dieser Gebirge gewisse Richtungslinien unterscheiden, so dass eine mehr oder minder grössere Regelmässigkeit der Gruppirung hervortritt; — gewöhnlich aber lässt sich eine solche Regelmässigkeit nur im Ganzen nachweisen, während im Einzelnen eine Menge secun-

därer Richtungen existiren, aus denen eine verworrene Gruppirung hervorgeht.

Fig. 26.



Vulcangruppe der Auvergne.
a. Puys de Dôme.

Drittens, Gebirgsketten, erhabene Massen, deren Gipfel auf einer gemeinschaftlichen Basis stehen, welche der Structur nach mit den Gipfeln zu einem Ganzen gehört, was bei den Gruppengebirgen nicht der Fall ist, indem dort Gipfel von verschiedener Natur auf eine heterogene Basis aufgepflanzt sind. Die Basis der Ketten wird gewöhnlich von Massen gebildet, welche eine ellipsoidische Form haben und deren Längsaxe bedeutend über die Queraxe überwiegt. Man hat nach diesem Verhältnisse auch Massengebirge unterscheiden wollen, bei welchen, wie bei den Vogesen, dem Schwarzwalde, dem Harze, den Ardennen, die Breite von der Länge nicht allzu verschieden, das Ellipsoid der Basis also nicht sehr gestreckt ist, während man mit dem Namen der Kettengebirge nur solche langgestreckte Massen bezeichnen wollte, welche sich in ihren äusseren Contouren den Alpen oder Cordilleren anreihen; — indess ist diese Unterscheidung schon um deswillen unthunlich, weil diese Verhältnisse allmälig in einander übergehen und die meisten lang gestreckten Ketten erst aus einer Vereinigung verschiedener kleinerer solcher Massengebirge hervorgehen, die mehr oder minder in Längslinien sich an einander reihen. So bietet die Kette der Alpen mehr als zwei Dutzend ellipsoidischer Kerne dar, welche sich so an einander gereiht haben, dass sie eine hakenförmige Linie bilden. Die Mannigfaltigkeit in den Kettengebirgen wird besonders durch diese Zusammenstellungen einzelner Kerne, durch die Verbindung von Ketten und Gruppen, von mehren Ketten, sowie durch die Ausstrahlungen derselben sehr bedeutend.

Die Inseln können im Allgemeinen besser zum Studium der ein- §. 117.
zelnen Gruppirungen der Berge dienen, als die Gipfel des Festlandes. Bei diesen ist man oft im Zweifel, wo man den Anfang ihres Fusses, das Ende ihrer Basis setzen wolle; während bei den Inseln die Natur ein allgemeines Niveau dargestellt hat, über welches sich die Gipfel

erheben und das als sicherer Anhaltspunkt dienen kann. So erscheinen die kleinen Antillen, die Sandwichinseln und viele andere Inselgruppen des Stillen Meeres als regelmässige oder unregelmäsisge Gruppen, während einige isolirte Inseln mitten im Meere, wie St. Helena z. B., das Bild durchaus vereinzelter Berge ausgeben. Andere Inseln, wie die Sunda-Inseln, die grossen Antillen, Kandia und viele andere, stellen mehr oder minder lange Ketten oder auch Längsreihen isolirter Berge dar.

§. 118. Die Kenntniss der Ausdehnung der einzelnen Ketten ist von nicht geringer Wichtigkeit für den Geologen. Alexander v. Humboldt hat nach den besten Quellen folgende Längenmaasse für einige der hauptsächlichsten Gebirgsketten des Erdkörpers gegeben:

Die scandinavischen Gebirge	1780	Kilometer.
Die Alpen vom Montblanc bis an die ungarische Grenze	830	"
Die Pyrenäen	377	"
Der Altai	1600	"
Der Tiang-schang im Inneren Chinas .	2710 bis 3470	"
Der Kuenlun	1940	"
Der Himalaya	2560	"
Die Ghates	1220	"
Der Sablonoi-Chrebet	890	"
Der Aldan	670	"
Der Ural	890 bis 3290	"
Die Anden von dem Feuerlande bis zur Landenge von Panama	7150	"

Die Bestimmung der Länge der Anden hat einige Schwierigkeiten, da man nicht weiss, wo man ihr nördliches Ende setzen soll. Begreift man ihre nördliche Fortsetzung, die Rocky mountains, mit dabei, wie dies geschehen muss aus geologischen Gründen, so wird eine ungeheure Länge der Kette herausgebracht, indem sie sich fast in gerader Linie von dem Feuerlande bis zur Behringsstrasse hinzieht. Allein auch die Länge der einen Hälfte ist schon bedeutender als die sämmtlicher anderen Gebirge, und die europäischen Gebirge namentlich verschwinden fast gegen solche Riesenerstreckungen. Und dennoch sind es diese kleinen europäischen Gebirge, auf denen unsere ganze Wissenschaft beruht, in denen wir unablässig neue Thatsachen, neue Erscheinungen entdecken!

§. 119. Die Richtung der Bergketten hat den Geographen von jeher viel zu schaffen gemacht, um so mehr, als sie nicht stets dieselbe bleibt, sondern öfter wechselt und manchmal in sehr bedeutenden Winkeln

abspringt. Im Grossen betrachtet, bieten freilich viele Ketten mehr oder weniger gerade Linien dar; allein zu einer solchen Betrachtung schon muss man der Natur bei den meisten Ketten viel Zwang anthun und bei vielen gelingt es gar nicht. Um sich aus solchen Labyrinthen zu helfen, kann nie die einfache Betrachtung des Reliefs genügen, während die Geologie allein durch die Anatomie der Ketten genügende Aufschlüsse ertheilen kann. Man muss die Ketten zu zerlegen und die einzelnen Glieder, aus welchen sie zusammengesetzt sind, zu unterscheiden wissen, und dann wird man auch eine Einsicht in diese verwickelten Formen erhalten. Es giebt wohl keine Bergkette in der Welt, die nur aus einem einzigen Gliede bestände; alle sind aus mehren Theilen zusammengesetzt, die in sich wieder besondere Eigenthümlichkeiten der Structur zeigen, welche nur dem einzelnen Kettengliede, nicht der Kette im Ganzen angehören. Oft liegen diese Einheiten, aus welchen die Summe der Kette zusammengesetzt ist, in Reihen hinter oder neben einander; oft aber auch wiederholen sie sich in mehren Reihen und werfen sich äusserst unregelmässig zusammen, so dass man Mühe hat, sie zu erkennen. Die Kettenglieder selbst bilden gewöhnlich elliptische, mehr oder minder langgezogene Gestalten, deren Hauptaxe meist leicht zu erkennen ist, und die Regelmässigkeit der grossen Gesammtaxe der Kette, ihre mehr oder minder gerade Richtung, hängt oft von dem mehr oder minder grossen Parallelismus der kleinen Axen der verschiedenen Kettenglieder ab. Wenn in dem Verlaufe dieses Werkes von der Structur einer Kette die Rede sein wird, so bezieht sich dies nur auf ein bestimmtes Kettenglied, da, wie schon bemerkt, diese Kettenglieder durch verschiedene Structur oft ebenso gut, als durch abweichende Richtungsaxen sich erkennen lassen. Ein Beispiel mag dies erläutern. Die Kette der Pyrenäen erscheint im Grossen als eine gewaltige Quermauer, welche in gerader Linie Frankreich von Spanien trennt. Bei näherer Betrachtung aber sieht man, dass sie in der Mitte einen stumpfen Winkel bildet, in welchem das Thal von Arran mit den Quellen der Garonne liegt. Untersucht man nun die Kette näher, so zeigt sie sich in der That aus zwei verschiedenen Gliedern zusammengesetzt, die nicht ganz dieselbe Structur haben, deren Richtung zwar fast dieselbe ist, die aber doch etwas schief gestellt sind und deren gegen einander gerichtete Spitzen sogar übereinander greifen, so dass in dem Zwischenraume zwischen beiden grade das genannte Thal Raum findet. Die Pyrenäen bilden eine der einfachsten Ketten: in den Alpen, dem Himalaya, den Anden finden sich eine Menge solcher einzelner unabhängiger Kettenglieder in den mannigfaltigsten Stellungen zu einander, wodurch das Studium dieser Ketten sehr verwickelt wird.

Die Bergketten hängen wie schon bemerkt, durch eine gemein- §. 120.
schaftliche Basis mit einander zusammen, über welcher sich dann die

höheren Zinnen und Gipfel erheben. Alexander von Humboldt hat schon seit längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass das Verhältniss zwischen der Höhe dieser Basis und der absoluten Höhe der Gipfel nicht bei allen Ketten dasselbe ist, wenn es auch gleich nicht in sehr bedeutenden Grenzen schwankt. Die Höhe der Basis wird am besten bestimmt durch die Höhe der Pässe, welche von einem Abhange der Kette auf die andere Seite führen und die von allgemeiner Wichtigkeit erscheinen, da sie zugleich als politische und Handelsstrassen benutzt werden. Das Verhältniss dieser Pass-Höhen hat im Allgemeinen etwas Bestimmtes, Gesetzmässiges, und man kann vielleicht schon daraus einen Schluss auf die Structur der Gebirge stellen. Im Allgemeinen erscheinen die Einrisse und Vertiefungen, welche als Pässe benutzt werden, um so tiefer und die Gipfel um so höher, je verwickelter die Structur der Kette an sich ist, und wenn wir finden, dass die Gipfel nur wenig eingeschnittene Erhabenheiten darbieten, so können wir sicher sein, dass die Structur weit einfacher ist, als in einer Kette, wo himmelhohe Zacken über tief eingeschnittenen Thalrissen sich erheben. Humboldt hat gefunden, dass in den Pyrenäen die absolute Höhe der Kette sich wie 1 zu $1^1/_2$ verhält, dass in den Anden und dem Himalaya dies Verhältniss wie 1 zu $1^8/_{10}$ etwa erscheint und dass in den Alpen es 1 zu 2 beträgt, mithin in dieser Kette auf die grösste Complication der Structur hindeutet.

§. 121. Von grosser Wichtigkeit für die allgemeine Betrachtung der Ketten sind die Axen derselben, welche man je nach verschiedenen Grundsätzen bestimmen kann. Alexander v. Humboldt unterscheidet in einer Kette fünf verschiedene Axenlinien, welche zuweilen zusammenfallen, oft aber auch durchaus getrennt von einander sind und selbst mehr oder weniger in ihrem Parallelismus abweichen können.

1. Die Längenaxe der ganzen Kette. Diese Linie ist eine rein ideale; sie würde gegeben sein, wenn man die ganze Kette zertrümmerte und nun die Materialien in Form eines liegenden Prismas auf der Grundfläche anhäufte. Die Kante des Prismas würde zugleich die Längenaxe der Kette sein und man könnte deshalb diese Axe auch die ideale Elevationsaxe einer Kette nennen.

2. Die Axe der Gipfel, worunter man eine Linie versteht, welche die einzelnen Gipfel mit einander verbindet. Es möchte wohl kaum ein Fall auf der Erde vorkommen, wo diese Axe mit der idealen Längenaxe zusammenträfe. Die Gipfel stehen nämlich selten auf der Mitte der Ketten, sondern meist dem einen oder anderen Abhange näher, so dass mithin die sie verbindende Linie entweder rechts oder links von der idealen Längenaxe sich hinzieht. Ja es begegnet nicht selten, dass diese beiden Axen sich kreuzen. Bei der Zusammensetzung der meisten Ketten aus verschiedenen isolirten Gliedern, deren jedes seine

eigene Structur und seine eigene Axe hat, begegnet es oft, dass die einen dieser Glieder die Gipfel in der Nähe des rechten, die anderen in der Nähe des linken Abhanges haben, oder gar dass die einzelnen Gipfel in Zickzacklinien stehen, aus deren Verbindung und Vereinigung erst eine Mittellinie entsteht, die oft sehr bedeutend von der idealen Axe abweicht.

3. Die Axe der Wasserscheide, die meist, wenn auch nicht immer, diejenige der Sättel und Pässe ist. In gewöhnlichen Ketten fallen diese beide Linien zusammen; dann aber nicht, wenn ein Flussthal eine Kette quer durchbricht und die Wasserscheide sich hinter der Kette befindet, wie dies nach den oben angeführten Beispielen zuweilen der Fall ist. Meist sind die Hochgipfel durch niedrigere Sättel verbunden, welche die Wasserscheide bilden und zugleich als Pässe dienen, und in gewöhnlichen Fällen, wenn diese Zwischensättel so ziemlich geradlinig sind, fällt die Wasserscheide, auf eine gerade Linie reducirt, mit derjenigen der Gipfel zusammen. Sehr oft aber weicht sie davon ab, indem die Thäler sich weiter nach hinten erstrecken, die Zwischenpartien eckige Linien bieten und die Gipfel weiter nach vorn oder nach der Seite stehen. Auf den Karten stellt man meist die Linie der Wasserscheide als die höchste dar, von welcher nach beiden Seiten die Gehänge abfallen; allein in sehr vielen Fällen ist dies durchaus falsch, und die tiefen Runsen, welche die Basis der Kette zuweilen durchbrechen und das Wasser aus hinteren Gegenden hervorleiten, verlieren auf solchen Karten ihre Bedeutung, zumal wenn, wie es oft geschieht, der eine Abhang weit ausgedehnter ist als der andere.

4. Eine vierte Linie wird gegeben durch die Combination der Verbindungslinien, welche die grossen mineralischen Hauptmassen in der Kette darbieten. Meistens bestehen die Ketten aus einem grossen Centralkerne, der sich am häufigsten in Gestalt einer lang ausgezogenen Ellipse darstellt, und um welchen herum dann die äusseren Glieder wie Schuppen sich anlehnen. Die Linien, welche durch diese verschiedenen Anlehnungspunkte der unter sich verschiedenen mineralischen Massen gegeben sind, können auf eine mittlere Linie reducirt werden, die ebenfalls sehr oft, je nach der Zusammensetzung der betreffenden Kette, von den übrigen schon angegebenen Axen abweicht.

5. Die Linien, welche den Schichtungsebenen folgen, können ebenfalls auf eine Schichtungsaxe reducirt werden, deren Bestimmung aber meist sehr schwierig ist. Im Grossen betrachtet, zeigen sich freilich die geschichteten Massen, welche an den meist ungeschichteten Centralkern der Kette sich anlehnen, wie Blätter eines Buches. Allein diese Blätter sind nicht nur einfach angelehnt, sie sind oft in allen Richtungen gebogen, eingeknickt, zerrissen, und dann werden die Schichtungsebenen so verwirrt und unregelmässig, dass es schwer hält, sie auf eine gewisse Ebene und eine einzige Linie zurückzuführen.

§. 122. Im Allgemeinen kann man sich die Gebirgsketten als liegende Prismen vorstellen, die indessen fast niemals einfach sind, sondern nach verschiedenen Richtungen hin Ausläufer senden. Diese seitlichen Ausläufer haben wieder für die ganze Gestaltung der Kette eine besondere Bedeutnng und sind durch Thäler von einander getrennt, welche oft tief in das Innere der Ketten sich fortsetzen. Hiernach unterscheidet man dann wieder verschiedene Arten der Gliederung der Gebirge nnd es hängt diese Gliederung meistens auf das genaueste mit der inneren Structur der Ketten zusammen. Als häufigste Anordnung kommt die Qnergliederung vor. Die Kette sendet dann Ausläufer, deren Axe meistens im rechten Winkel auf der Hauptaxe der Kette steht, und demnach durch Thäler von einander getrennt sind, welche man in Beziehung auf die Gesammtaxe der Kette als Querthäler bezeichnen kann. Bei denjenigen Ketten, welche aus einzelnen Kernen bestehen, die in mehr oder minder gleichförmigem Zuge an einander gereiht sind, laufen dann diese queren Glieder gewöhnlich in der Weise an den Kernen zusammen, dass die Thäler, welche anfangs quer aufgesetzt sind, im Inneren der Kette einen gebogenen Verlauf nehmen und sich um die Kerne herumschlingen. Bei den meisten längeren Gebirgsketten ist dieser Verlauf der Glieder ein gewöhnlicher, und man kann ihn z. B. bei den Centralalpen fast an jedem einzelnen Thale nachweisen.

§. 123. Bei anderen Gebirgszügen herrscht die parallele Gliederung vor. Der Zug der Gebirgszone besteht dann aus mehren neben einander hinlaufenden Rücken, die gewissermaassen wie lange, über das allgemeine Relief der Erde sich hinziehende Wellenzüge aussehen, und die durch parallele Einbiegungsthäler getrennt sind, aus denen oft nur durch Querrisse ein Abfluss für die Gewässer möglich ist. Formen dieser Art sind hauptsächlich in den jurassischen Gebirgsketten ausgebildet und scheinen Resultate eines Seitendruckes zu sein, vermöge dessen die starre Erdkruste wellenförmig wie die Blätter eines Buches hin und her gebogen wurde. Ein vollkommener Parallelismus lässt sich indessen schwierig bei diesen Ketten nachweisen, und gewöhnlich laufen die einzelnen Glieder unter sehr spitzen Winkeln nach gewissen Punkten zusammen, an welchen die Aufreissung der Erdkruste bedentender ist. So scheint zwar die wesentliche Form des schweizerischen Juras einem solchen Seitendrucke verdankt werden zu müssen, der, von den Alpen ausgehend, die jurassischen Schichten gegen die schon emporgehobenen Mauern der Vogesen und des Schwarzwaldes antrieb und so wellenförmige Biegungen veranlasste; — allein nichts desto weniger kann man auch nachweisen, dass die parallelen Ketten des schweizerischeu Jura unter spitzem Winkel gegen die Hochebene von Baselland zusammenstossen, wo die tieferen Schichten des Jura zu Tage kommen, während an den Ausläufern der Ketten gegen Süden und Norden hin

nur die höheren Ablagerungen sich an der Oberfläche zeigen. Aehnliche Verhältnisse finden sich an den Cevennen im südlichen Frankreich, welche ebenfalls ihrer Natur nach jurassische Ablagerungen sind. Eine besondere Abweichung der Parallelstructur zeigt sich dann noch bei einigen Ketten, wo die einzelnen Glieder von Zeit zu Zeit in Knoten zusammengehen, dann wieder auseinanderweichen und fast parallel neben einander herlaufen, wobei sie sehr hoch gelegene Plateaus zwischen sich fassen. Dies ist der Fall bei den Cordilleren Südamerikas, welche auf diese Weise mehrmals auseinanderweichen, die Hochebenen von Quito, Titicaca und Bolivia zwischen sich fassen und an den Knotenpunkten sich zu Gipfeln von bedeutender Höhe aufschwingen. Im Allgemeinen kann man als Gesetz aufstellen, dass an solchen Knotenpnnkten wo entweder verschiedene Gebirgsglieder zusammentreffen oder sich die Axenrichtung der Kette überhaupt ändert, stets die höchsten Gipfel sich finden.

Eine dritte Art der Gliederung kann man als die strahlende Gliederung bezeichnen. Die Glieder und mit ihnen die Thäler laufen dabei von einem Punkte strahlenförmig nach allen Richtungen aus. Es findet sich diese Disposition hauptsächlich bei einzelstehenden Massengebirgen, besonders vulcanischen Ursprunges, wie z. B. beim Cantal und Mont-Dore, oder an dem Ende langgestreckter Ketten, wie an den südlichen Enden der Meeralpen, des Ural und der Cordilleren. §. 124.

Mit dieser Gliederung der Gebirge stehen in nächster Beziehung die Thäler, welche die einzelnen Gebirgsjoche von einander trennen und die man im Allgemeinen als Thäler erster Ordnung oder Querthäler, und als Thäler zweiter Ordnung oder Längsthäler unterscheidet. Wir haben schon oben darauf aufmerksam gemacht, dass die Thäler in vieler Beziehung unabhängig von den Gebirgen sind, und zwar namentlich dann, wenn sie über weite Ebenen sich hinziehen; in den Gebirgen selbst aber sind die Thäler stets in der grössten Abhängigkeit von der Structur der Gebirge selbst. Die Querthäler sind meistens durch Risse der Schichten bedingt, so dass man bei ihrer Verfolgung von aussen nach innen die Aufeinanderlagerung der Schichten meistens beobachten kann; die Längsthäler dagegen hängen gewöhnlich mit dem Wechsel in der Natur der Schichten zusammen, wenn sie nicht, wie schon oben bemerkt wurde, blosse Wellenbiegungen derselben darstellen. Im Allgemeinen bezeichnet man mit dem Namen der Thalsohle diejenige tiefste Linie, in welcher die Thalufer von beiden Seiten zusammentreffen, und mit dem Namen der Gehänge die Wände zu beiden Seiten. Sehr häufig entsprechen sich diese letzteren in solcher Weise, dass einem vorspringenden Sporn auf der einen Seite eine Ausweitung des anderen Gehänges entgegensteht, §. 125.

so dass ein Parallelismus hergestellt wird, selbst in dem Falle, wo die Thalsole einen sehr winkligen, oder hin und hergekrümmten Verlauf zeigt. Man kann aber diesen Parallelismus der Thalwände ebenso wenig zu einem allgemeinen Gesetze erheben, als die in anderen Ketten vorkommende Bildung, wo das Thal aus einer Reihe von mehr oder minder bedeutenden Erweiterungen besteht, welche häufig Seebecken werden und durch steile, rissartige Thäler, sogenannte Tobel, mit einander verbunden sind. Sehr häufig beginnen die Thäler mit einem grossartigen Circus oder Kesselthale, von dem aus dann die Thalschlucht sich weiter fortsetzt. In den Pyrenäen fangen fast alle Thäler mit solchen runden Amphitheatern an, die von senkrechten, oft mehre tausend Fuss tiefen abgerissenen Felswänden umgeben sind und in der Sprache der Gebirgsbewohner Oules genannt werden, was so viel als Kessel bedeutet. Die Oule von Gavarni zeigt ringsum steile Felswände von etwa 700 Meter Höhe. Aehnliche Thäler finden sich in Menge in den Alpen und in dem scandinavischen Gebirge; der Kessel von Leuk mit den etwa 1500 Meter hohen Felswänden der Gemmi, die an einzelnen Stellen so steil sind, dass man mit Leitern an ihnen hinaufklimmen muss, das Anzaskathal am Fusse des Monte Rosa, das Thal der Driva auf Dovrefield, das Sundthal in Nordfiord bieten Beispiele solcher steilen Kesselthäler dar.

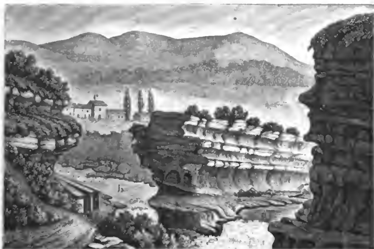
§. 126. Die Längsthäler der Bergketten ziehen sich meist mehr oder weniger parallel längs der Mittellinie der Kette hin und bezeichnen im Allgemeinen wichtige Wechsel in der Schichtenfolge. Oft erscheinen sie nur als einfache Einbiegungen und Knickungen der Schichten, veranlasst durch parallele Hebungsrichtungen, wie dies namentlich im Jura öfter der Fall ist; in den meisten Fällen aber stellen sie sich als förmliche Risse auf dem Durchschnitte dar, wo dann die Lippen der durchrissenen Schichten die meist steilen Gehänge der Thäler auf beiden Seiten bilden und die tieferen Schichten den Thalgrund formiren. Auch bei den Querthälern kann es vorkommen, dass sie nur einfache Einknickungen sind, wie manche Längsthäler; indess ist dieser Fall weit seltener. Oft kommt es vor, dass Längsthäler an irgend einer Stelle mit Querthälern in Verbindung stehen, so dass das Ganze die Form eines T oder eines Winkels besitzt; zuweilen auch sind sie vollständig abgeschlossen und bilden dann Seen oder Moräste, deren Gewässer manchmal durch unterirdische Risse und Canäle ihren Abfluss finden.

§. 127. In Beziehung auf die Structur der Gebirge selbst kann man im Allgemeinen vier Typen von Thälern unterscheiden, die sich in den meisten Ketten mehr oder minder ausgebildet zeigen.

Die Klausen oder Clusen sind Querrisse, auf deren beiden Lippen die Schichtengebilde einander entsprechen, deren Gehänge meist sehr

steil sind, je nach der grösseren oder geringeren Widerstandskraft der Gesteine gegen die Erosion und die Verwitterung und in welchen die Gebirgsbäche meist einen ungestümen Lauf haben. Oft haben sie vollkommen senkrechte Wände, die sehr eng gegen einander stehen und offenbar durch die Wasserbäche eingesägt scheinen — für diesen Fall, wovon die Via mala in Graubünden, das Taminathal bei Ragatz Beispiele geben, hat man den Namen Rofflen Fig. 27, vorgeschlagen. Beispiele solcher Klausenthäler sind im Jura das Münsterthal, in der Weserkette die Porta westphalica, in den Alpen das Rheinthal von Chur aufwärts, der Urner-See zwischen Brunnen und Flüelen u. s. w.

Fig. 27.



Rofla der Rhone und Valserine an ihrem Zusammenflusse bei Bellegarde.
a. Rhone. *b*. Valserine. *c*. Bellegarde.

Die Comben sind im Gegentheile Längsrisse, welche der Aufrichtung und Zerreissung der Schichten ihren Ursprung verdanken und mit der Gesammtrichtung der Kette parallel laufen. In den Alpen findet man sie vorzugsweise auf der Grenze zwischen den krystallinischen Gesteinen einerseits und den geschichteten Gesteinen andererseits — der Hintergrund des Lauterbrunnenthals, das Gadmenthal sind Beispiele davon — im Jura auf der Grenze zwischen den unteren und oberen Juraschichten, wie z. B. am Mont Terrible. Das auszeichnende der Comben besteht darin, dass die Gesteine meist nur auf der einen Seite einen steilen Abriss haben, auf der anderen nicht und dass sie auf beiden Gehängen verschieden sind.

Als Gewölbthäler kann man diejenigen Thäler auffassen, welche

im Allgemeinen zwar Längsthäler darstellen, aber durch das Aufreissen emporgerichteter Gewölbe gebildet sind, so dass diese ihrer Längserstreckung nach gespalten und die Lippen der Spalte, steil abgerissen,

Fig. 28.



Plan eines Gewölbthales (Ruz) im Jura.

einander gegenüber stehen. Die Schichten fallen von der Thalsohle nach beiden Seiten ab — es sind also anticlinale Thäler, wie sie namentlich im Jura, und weniger deutlich in den Alpen vorkommen. Gewöhnlich beginnen diese Thäler, (wie hier auf dem Plane links) mit einer amphitheatralischen Erweiterung und zuweilen erscheinen sie fast ganz auf das Amphitheater reduzirt, aus dem dann eine Kluse nach Aussen führt, wie dies §. 126 bemerkt wurde. Das Thal von Pyrmont bietet ebenfalls ein Beispiel eines solchen Gewölbthales. Der Thalgrund

Fig. 29.



Durchschnitt des Thales von Pyrmont.
a. bunter Sandstein. *b*. Muschelkalk. *c*. Keuper.

wird von senkrecht gestellten zerbröckelten Schichten bunten Sandsteines gebildet, dessen äussere Schichten steil nach Aussen abfallen und aus welchem die Quellen hervorbrechen — die Gehänge des Thales bildet der weniger steil abfallende Muschelkalk und die obersten Spitzen und Schichten der höchsten Punkte der Umgegend, des Bromberges (1136 Fuss) und des Mühlberges (1107 Fuss) sind aus nach Aussen einfallenden Schichten von Keuper zusammengesetzt.

Die Muldenthäler endlich werden von Schichten gebildet, die von beiden Seiten her zusammengedrückt sind, so dass die Schichten gegen die Thalsohle hin geneigt sind. In den Alpen ist diese Zusammendrückung oft so bedeutend, dass das Thal nur von den Köpfen der senkrecht stehenden Schichten gebildet scheint. Das Urserenthal am Fusse des St. Gotthard, das Chamonixthal sind Beispiele solcher Muldenthäler, die dagegen im Jura oft sehr flach sind, wie z. B. das Val de Ruz bei Neuchâtel.

Alle diese verschiedenen Thäler können mit einander zusammenhangen und gewöhnlich gehen in den grossen Bergketten die grossen Thäler aus Comben in Klausen über, um dann in ihrem weiteren Verlaufe als reine Auswaschungs- oder Erosionsthäler aufzutreten, die mit der inneren Gebirgsbildung in weiter keinem engeren Zusammenhange stehen. Viele solcher Thäler sind nur Rinnen, ausgespült durch das Wasser, das in ihnen jetzt noch strömt oder früher strömte; andere sind mehr oder weniger breite Zwischenräume zwischen verschiedenen Bergketten, deren Grund zuweilen erst durch die Anschwemmungen der Gewässer geebnet wurde. So ist das weite Rheinthal von Basel bis Mainz nur der Zwischenraum zwischen den beiden Erhebungslinien des Schwarzwaldes und der Vogesen, dessen Grund durch alte und neue Anschwemmungen ausgefüllt und dann aufs Neue theilweise vom Rhein ausgespült wurde. Wir werden auf diese Thäler der ebenen Gegenden an einem anderen Orte zurückkommen; es genügt hier, sie angeführt zu haben.

In ganz eigenthümlicher Weise, als durch das Wasser ausgehöhlte, radienförmig ausstrahlende Risse oder Schründe (barranco's) finden sich häufig Thäler an einzelstehenden Kegelbergen, besonders vulcanischer Natur. Diese Risse die dem herabströmenden Regen und Schneewasser anfänglich ihren Ursprung verdanken, fangen meist schmal und seicht an der Spitze des Kegels an, erweitern und vertiefen sich aber §. 128.

Fig. 30.

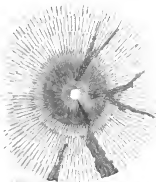


Fig. 32.

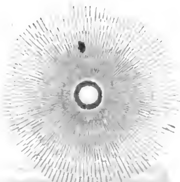


Fig. 31.



Fig. 33.



in dem Maasse, als sie nach unten vordringen. Die in solchen Fällen zwischen den Thälern stehen bleibenden Stücke des Berges zeigen dann

die Form von mehr oder minder regelmässigen Pyramiden, deren Spitzen schief nach innen gerichtet sind, und deren äusserer Abfall meist sehr sanft ist. Oft existirt bei solchen Kegelbergen die mittlere Spitze, wie in der Fig. 30 (s. v. S.), die einen Plan, und Fig. 31 einen Durchschnitt eines solchen Kegelberges darstellt; oft aber auch fehlt diese mittlere Spitze ganz und ist durch einen tiefen Kessel, ja zuweilen selbst durch ein mit Wasser erfülltes Becken ersetzt, wo dann Formen, wie die in Fig. 32 und 33 im Plan und Durchschnitte dargestellten entstehen. Die dem inneren Kreisbecken zugewandten Wände sind alsdann ausserordentlich steil, fast senkrecht, und bilden einen auffallenden Contrast gegen die weit sanfter ansteigenden äusseren Gehänge des Kegels.

§. 129. Aehnliche Fälle können begreiflicher Weise aber auch eintreten, wenn der mittlere Kern eine Ellipse oder ein langgezogenes Oval vorstellt. Namentlich aber bei Ketten, welche einen Centralkern von anderer Structur besitzen, als die angelehnten äusseren Massen, treten die auffallendsten Modificationen auf. Der natürlichste und einfachste Fall ist natürlich der, wo der mittlere Centralkern zugleich die Höhenlinie darstellt und wo die angelehnten Massen durch Längsthäler zwar davon verschieden sind und zwei seitliche erhabene Linien bilden, welche aber an Höhe die Mittellinie des Centralkernes nicht erreichen. Der Durchschnitt einer solchen Kette ist in Fig. 34 dargestellt. Zuweilen aber erhebt sich der Centralkern nicht, sondern bleibt in der Tiefe, entweder ganz unsichtbar oder nur als kleine unscheinbare Kuppe, Fig. 35, und dann bieten die angelehnten Massen zwei seitliche Zinnen dar, die aber nur selten von gleicher Höhe sind und in der Mitte durch ein tiefes Thal getrennt werden. In anderen Fällen überwiegt

Fig. 34.



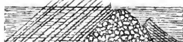
Fig. 35.



Fig. 36.



Fig. 37.



die eine Lippe bedeutend, Fig. 36. Die Höhenzinne ist dann ganz auf die eine Seite der Kette übertragen, die andere Lippe der angelehnten Gesteine sinkt zurück, ebenso der Centralkern, und wenn nun gar diese Theile, wie in Fig. 37, unter Wasser oder unter Alluvion

verdeckt werden, so zeigt sich nur die Lippe, und die ganze Kette scheint nur aus dieser zu bestehen, während in Wahrheit die entsprechenden Theile verdeckt sind.

Auf diese Weise können oft Ketten, die aus vielen einzelnen Elementen bestehen, in durchaus rudimentären Zustand versetzt werden, und erst das Studium ihrer inneren Structur kann dann nöthigen Aufschluss ertheilen.

§. 130. Schon früher wurde bemerkt, dass die Gehänge einer Kette selten nur auf beiden Seiten gleich seien, sondern dass meist auf der einen dieselben weit steiler und tiefer wären, als auf der anderen. Diese Thatsache gilt fast für die meisten Bergketten, und wenn der Fall eintritt, so ist er meist noch mit einer anderen Bildung vergesellschaftet, welche das Verhältniss noch auffallender macht. Die Gipfel finden sich dann nämlich meist näher an der steilen, abgerissenen Seite, als an derjenigen, welche allmälig abfallend in ein Hochplateau übergeht. Der Anblick solcher Ketten von der steilen Seite her ist dann ungemein überraschend und imposant, weil sie die ganze Höhe ihrer Wände dem Auge zuwenden, während von der anderen Seite her, wo man schon sehr entfernt stehen, oder aber sie von dem erhöhten Standpunkte des Plateaus aus betrachten muss, sie weit weniger imposant und oft sogar nur unbedeutend erscheinen. Beispiele solcher Bildung fehlen nicht; so sind die Vogesen weit steiler auf der dem Rheine zugekehrten Seite, und ihre Hochgipfel stehen der Rheinebene ganz nahe; die scandinavischen Alpen sind weit steiler gegen Norwegen und das Meer hin, als gegen Schweden; die Alpen steiler auf der italienischen Seite u. s. w. Viele Gebirge aber begnügen sich nicht mit einer einzigen Höhenzinne; sie haben deren zwei oder noch mehr; so muss man; um von der westlichen Schweiz durch das Wallis nach Italien zu gelangen, zwei gewaltige Kämme übersteigen, nämlich die Kette der Berner Alpen und diejenige des Monte Rosa; so zeigen die Anden bei Quito zwar nur eine breite Hauptmauer, auf der aber in zwei Parallelreihen die Gipfel aufgepflanzt sind, zwischen denen ein vertieftes Thal, das Plateau von Quito, sich hinzieht. Alle diese verschiedenen Formen hängen meist von der inneren Structur der Ketten ab und können erst dann in ihrer Gesetzmässigkeit aufgefasst werden, wenn diese letztere bekannt ist.

§. 131. Fast in allen Bergketten finden sich die eben bezeichneten Verhältnisse auf das mannigfachste unter einander vor, und an der einen Stelle ist bald dieser, an der anderen jener Theil stärker entwickelt und hervorgehoben, wodurch eben den einzelnen Localitäten ihr eigenthümlicher Charakter bewahrt wird. In den meisten Ketten hängt aber auch diese Mannigfaltigkeit von dem Vorhandensein eines ungeschich-

teten Centralkernes ab, um welchen sich die einzelnen geschichteten Gesteine in ihrer Aufeinanderlagerung gruppiren. Meistens bleiben auch diese geschichteten Gesteine nicht in so einfachen Verhältnissen; oft sind sie so sehr unter einander geworfen, gedreht und gebogen, dass es sehr schwer hält, den Centralkern und die ursprüngliche Axe seiner Ellipse zu erkennen. Die Schichten liegen oft fast horizontal, aber dies nur in Ebenen; in den Gebirgen sind sie mehr oder weniger emporgehoben, zuweilen selbst so bedeutend, dass sie vertical aufgerichtet und in einzelnen Fällen sogar überstürzt sind, so dass die ursprünglich unteren Schichten auf den oberen zu liegen scheinen. Die verschiedenen Unebenheiten des Terrains, welche aus diesen mannigfachen Verhältnissen hervorgehen, sind äusserst complicirt in einzelnen Fällen; im Allgemeinen indess kann man die Thalrisse, wo die Schichten wirklich in ihrer Continuität getrennt und dadurch Thäler hervorgebracht worden sind und die also, nach den oben §. 127 gegebenen Eintheilungen Klusen, Comben oder Gewölbthäler sein können, von den Einbiegungsthälern unterscheiden, welche stets Muldenthäler sein werden und, in welchen natürlich der Zusammenhang der einzelnen Schichten nicht getrennt, sondern nur durch die wellenförmigen Faltungen derselben Thäler entstanden sind, die aber meist weit sanfter sind und weit geringeren Abfall zeigen an ihren Wänden, als die Thalrisse.

Fig. 38.



a. Zerreissungsthäler. *b.* Einbiegungs- oder Muldenthäler.

(Die Einschnitte zu beiden Seiten des erhabenen Centralkernes sind zugleich Comben, die beiden anderen mit *a* bezeichneten Thäler Gewölbthäler.)

§. 132. Es ist aus diesen hier angeführten Beispielen leicht ersichtlich, in welchem engen Verhältniss die Stratigraphie oder die Anatomie der Gebirgsmassen zu ihrer äusseren Form steht. Ohne die Kenntniss der einzelnen Schichten, ohne die Kenntniss der Zusammensetzung der Gebirgsketten aus ihren einzelnen Gliedern ist es rein unmöglich, ein genaues Bild der einzelnen Formen des Reliefs unserer Erdrinde sich zu verschaffen, und diese Kenntniss eben ist es, welche die Geologie sich zum Ziele gesetzt hat.

Betrachtet man die Erdrinde im Grossen, so wie sie in der Fläche sowohl als auch in tieferen Rissen sich darstellt, so zeigt sich eine Uebereinanderlagerung von einzelnen Stücken, die oft eine bedeutend grosse Ausdehnung haben und die wie eine Mosaik in einander gefügt

sind. Man gewahrt bald, dass eine wesentliche Verschiedenheit in Structur und Zusammensetzung dieser Stücke herrscht, uud dass diese mit gewisseu Eigenthümlichkeiten des Bodens, ja mit der ganzen Beschaffenheit eines Landstriches oft auf das innigste zusammenhängen. Es sind hier nicht allein die Reichthümer, welche der Boden an sich schou in seinen mineralogischen Bestandtheilen darbietet, in Betracht zu ziehen; es versteht sich von selbst, dass Steinkohlen, Metalle, Edelsteine, ja selbst gute Bausteine, nicht zusammen an allen Stelleu iu derselben Menge vorkommen, sondern dass vielmehr an dem einen Orte diese, an dem anderen jene specielle mineralogische Nutzsubstanz sich finde; sondern es hängen damit auch äussere Erscheinungen der mannigfaltigsten Art zusammen. Die eine Gegend prangt mit der üppigsten Vegetation, die Felder sind fruchtbar, überall sprudeln Quellen und Bäche, während zur Seite ein dürres Land fast ohne Vegetation, das nur kümmerlich den Bauer nährt, sich ausdehnt. Woher diese Verschiedeuheit in Gegenden, die neben einander unter demselben Himmelsstriche in gleicheu klimatischen Verhältnissen sich finden? Die geologische Kenntniss der Gegend wird sogleich den Schlüssel zu diesem scheinbaren Räthsel geben und nachweiseu, aus welchem Grunde hier Fruchtbarkeit und Wasserreichthum, dort Dürre und ärmlicher Ertrag sich findeu. Das Studium der Structur des Bodens und die Kenntniss der besonderen Schichtentheile, die eine bestimmte Localität zusammensetzen, ist demnach durchaus nöthig, wenn man sich ein Urtheil über die Hülfsquellen eines Landes schaffen will.

Es giebt keiu besseres Hülfsmittel zur Kenntniss eines Landes, als die geologischen Karten, wo durch verschiedene Farben die Verschiedenheit der mineralogischen Bestandtheile des Bodeus angegeben wird. Jedes einzelne in sich bestimmt abgegrenzte Schichtenstück, das zur Zusammensetzung der Erdrinde eingeht, oder bei Karten grösserer Landstriche, wo mau kleineren Maassstab anwenden muss, jede Gruppe zusammengehörender Theile ist mit einer besondereu Farbe bezeichnet, und so nicht nur die mosaikartige Zusammensetzung der Oberfläche, soudern meist auch die Nebeneinanderlagerung der einzelnen Schichten durch diese Colorirung gegeben. Letztere kann man freilich erst erschliessen, wenn man schon an anderen Orten sich mit derselbeu vertraut gemacht hat; — einigermaassen indess wird schon durch die Form der gefärbten Flecke auf der Karte klar. Bei dem ersten Blick nämlich, den man auf eine solche Karte von Frankreich oder Deutschland wirft, gewahrt man zwei sehr verschiedene Gestalten von Flecken; die einen sind breit, mehr oder weniger rundlich, während andere Farben meist nur schmale Bänder darstelleu, welche sich oft mehr oder weniger kreisförmig um die runden Farbenflecke umherschlingen. Die ersteren breit angelegten Farben gehören den ober- §. 133.

flächlichen, die bandförmig aufgetragenen den tieferen Schichten an, die nur hie und da zu Tage kommen. Auf einer Karte können natürlich nur die Ausdehnungen aufgetragen werden, welche sich wirklich auf der Oberfläche zeigen; da aber die meisten Schichten flächenartig über einander abgelagert sind, so ist es natürlich, dass die tieferen nur da auf der Karte sich finden, wo sie durch besondere Umstände an die

Fig. 39.



Karte des Tertiärbeckens von Paris.

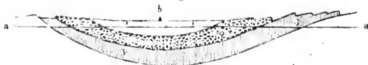


Oberfläche gelangen. Es folgt demnach aus dem Anblick einer Karte noch nicht die vollständige Ausdehnung der einzelnen Schichten, son-

dern man erhält nur die der oberflächlichsten; die Schichten, welche durch bandförmige Streifen angedeutet sind, haben sogar oft eine grössere Ausdehnung als die oberflächlichen, indem sie unter diesen weggehen und auf beiden Seiten mit ihren Kanten erscheinen. Beistehende Karte der Umgegend von Paris, Fig. 39, zeigt ein solches Beispiel.

In der Mitte findet sich eine Ausdehnung tertiärer Schichten, um welche herum sich ein schmaler Saum von Kreide zeigt. Die Kreide nimmt auf dem Plane nur sehr wenig Raum ein; sie ist umgeben von einem zweiten Saume jurassischer Schichten; macht man aber einen Durchschnitt des Planes, Fig. 40, so zeigt sich, dass die Kreide ein

Fig. 40.



Durchschnitt des Pariser Beckens von Ost nach West.
a Meeresniveau. *b* Paris.

Becken bildet, auf welchem die tertiären Schichten aufgelagert sind, und dass demnach die Kreideschichten dennoch einen grösseren Flächenraum einnehmen, als die tertiären, und dass die jurassischen Schichten eine zweite Schale bilden, in welcher die beiden vorgehenden Gebilde abgelagert sind.

Ein umgekehrtes Verhältniss findet bei den Bergketten statt. Hier §. 134.
findet sich ebenfalls auf den geologischen Karten oft ein mehr oder minder elliptischer, aber doch meist bedeutend in die Länge gezogener Kern von einer gewissen Farbe vor, um welchen sich die anderen Farben in schmalen Bändern herumschlingen. Man braucht sich hier nur zu vergegenwärtigen, dass der Kern meistens aus tieferen Massen besteht, um welche sich die übrigen oberflächlicheren Schichten anlegen, um sogleich den Schlüssel zu der Beurtheilung der Karte zu finden. Während bei den Becken der ebenen Gegenden demnach der innere centrale Fleck die oberflächlichste Schicht, die umgebenden bandartigen Streifen um so tiefere Schichten darstellen, je weiter entfernt sie vom Mittelpunkte sich umschlingen, so ist dies bei den Ketten gerade umgekehrt. Der innere Fleck bezeichnet die tiefste Schicht, und je weiter ein Farbenband davon entfernt ist, desto oberflächlicher ist die Schicht, welche es bezeichnet. Auch dies wird leicht durch eine Zeichnung erläutert. Es sei Fig. 41 (a. f. S.) eine elliptische Bergkette mit einem Centralkerne *m*, um welche herum sich drei verschiedene Farbenbänder schlingen, *a*, *b* und *c*. In der Nähe dieser Kette sei eine oberflächliche Anhäufung von Schichten, *d*, in einem

Becken. Entwerfen wir nun den Durchschnitt des Planes, Fig. 42, so zeigen sich die Bänder in der Ordnung *a b c*, wenn man vom Central-

Fig. 41.

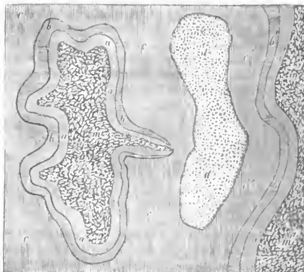


Fig. 42.



kerne aus nach links oder rechts geht, während sie in der Nähe des flachen Beckens in der Ordnung *c b a* auftreten, aus dem einfachen Grunde, weil in dem letzteren Falle die im Mittelpunkt erscheinenden Massen aufgelagert, in dem ersteren von innen heraus durchgebrochen sind. Auf der anderen Seite, wo ein zweiter Durchbruch eines anderen Kernes *m'* stattfindet, zeigen sich die Schichten wieder in derselben Lage und Reihenfolge diesem neuen Durchbruche gegenüber, wie bei dem Durchbruche *m*.

§. 135. Eine Täuschung, welcher man bei Beschauung geologischer Karten oft anheim fällt, verdient hier noch Erwähnung. Oft nämlich sieht man, namentlich bei Bergketten, schmale Ausläufer des Centralkernes weit in das Land hinein sich erstrecken, oft auch nur an einzelnen Stellen, hie und da eine tieferen Schichten gehörende Farbe auftreten, und glaubt dann mit einer sehr verwickelten Structur zu thun zu haben. Dies ist aber oft gar nicht der Fall, sondern diese

Ausläufer nnd schmalen Streifen deuten nur Thalrisse an, wo die oben liegenden Schichten bis auf eine gewisse Tiefe gespalten und dadurch die unterliegenden Schichten an die Aussenfläche gebracht sind. Ein einfacher Berg aus einem Centralkerne und einem einzigen aufliegenden Schichtensysteme bestehend, kann auf diese Weise, wenn die Decke an mehren Stellen zerspalten ist, und auf der Karte ein sehr complicirtes Ansehen annehmen.

Der Anblick einer Karte, welche das Relief einer Gegend giebt und deren geologische Färbung zugleich die verschiedenen Massen, welche die Oberflächen zusammensetzen, wahrnehmen lässt, kann demnach schon viel zur Erkenntniss der Natnr eines Landes thun; zu genauerer Anschauung aber gehören noch **Profile** und Durchschnitte, welche die Uebereinanderlagerung der einzelnen Schichten klar in's Auge fallen lassen. Bei Anfertigung solcher Profile aber treten eigenthümliche Schwierigkeiten hervor, auf die man leider nicht genug Rücksicht nimmt. §. 136.

Unser Auge erhöht nämlich unwillkürlich die Berge und lässt ihre Abhänge weit steiler erscheinen, als sie in der That sind. Diese Täuschung ist nicht etwa künstlich oder in unserer Einbildungskraft begründet, sondern sie liegt in der Organisation unseres Auges so sehr, dass eine Zeichnung, welche das wahre Profil eines Berges giebt, durchaus nnkenntlich ist, und dass man demnach Umrisse und Zeichnungen, welche man durch mathematische Hülfsmittel oder mittelst der *Camera lucida* oder *obscura* genommen hat, nicht in ihrer wahren Gestalt vorlegen kann, sondern ihre Höhe verdreifachen nnd vervierfachen muss, um die Gegend Anderen kenntlich zu machen. Deshalb erscheinen auch die daguerreotypischen Platten so wenig pittoresk, die Berge im Hintergrunde so klein und unscheinbar, eben weil sie die wahren Dimensionen, nicht aber diejenigen geben, welche nnser Auge unwillkürlich sich bildet. Der Aetna, den **Pindar**, die Säule des Himmels nennt, den alle Welt als einen hohen, spitzen Kegelberg beschreibt, ist auf einem mit der dunklen Kammer gezeichneten Umrisse durchaus unkenntlich, so gering ist seine Höhe, so sanft sein Abhang nach beiden Seiten.

Aus diesem ganz natürlichen Verhältnisse entsteht aber ein grosser Uebelstand für die geologischen Profile. Man kann diese nicht anders zeichnen, als indem man die Höhe im Verhältniss zur Basis bedeutend vergrössert, so dass man meist die vier- bis zehnfache Höhe zur einfachen Basis nehmen muss. Würde man dies nicht thun, so erschienen die Profile dnrchaus unkenntlich, und meist sogar würde es unmöglich sein, in der Zeichnung die Verhältnisse der einzelnen Schichten zu einander darzulegen. Nun trägt man in diese einseitig verzerrten Profile §. 137.

die verschiedenen Schichten ein. Diese sind überall gleichförmig dick, man macht sie also auf der Zeichnung ebenfalls gleichförmig dick. Für die Anschauung des Bildes, für seine Vergleichung mit der Natur ist das Ganze vollkommen richtig, allein es führt zu total falschen Anwendungen, und sobald auf solche Profile dann irgend eine Arbeit, die im betreffenden Boden selbst ausgeführt werden soll, gegründet wird, so führt dies zu den bedeutendsten Fehlern. Ein Beispiel möge dies erläutern. Gesetzt, man habe einen aus mehrern Schichtensystemen zusammengesetzten Berg, durch welchen man einen Tunnel brechen will. Es befindet sich unter diesen Schichten Kalk, Mergel, Sand, und man will wissen, welche von diesen Schichten man antreffen wird und wie gross die Erstreckung des Tunnels in der auf den folgenden Figuren durch Schraffirung angedeuteten Mergelschicht sein wird, eine Frage, die auf den Kostenvoranschlag, ja auf die Ausführung des ganzen Unternehmens den bedeutendsten Einfluss haben muss. Wie soll sich nun der Ingenieur benehmen? Nimmt er das von Geologen gelieferte Profil, Fig. 43, reducirt er die Höhe auf ein Fünftel, indem er die Basis beibehält, da die Höhe um das Fünffache übertrieben ist, und verfährt er auf gleiche Weise mit den Schichten, so erhält er die Carricatur Fig. 44, die zwar in ihrem äusseren Profile dem wirklichen Berge

Fig. 43.



Fig. 44.



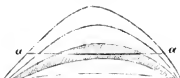
entspricht, nicht aber in ihrem Inneren, denn die Schichten bilden darin natürlich Menisken, die aussen viel dicker sind, als innen, was doch in der That der Fall nicht ist. Die wahre Gestalt des Berges ist die Fig. 45 angegebene, seine Structur und die Schichtenlage verhält sich so, wie in dieser Figur es gezeichnet ist. Der Tunnel wird deshalb bei *a* durch den Mergel gehen. Hätte man das Profil des Geologen ohne Weiteres benutzt, so würde man nur die in Fig. 43 angegebene Erstreckung erhalten haben und demnach in den gröbsten Irrthum gefallen sein, indem man die Länge der Strecke, welche im Mergel verläuft, viel zu kurz angeschlagen hätte. Andererseits ist auch dem Geologen es unmöglich, sein Profil in anderer Weise darzustellen. Will er die wahren Verhältnisse, wie sie in der Natur vorhanden sind, darstellen, so gleicht das Bild, welches er giebt, dem Gegenstande durchaus nicht, und kein nachfolgender Beobachter würde den Berg erkennen, von dem man spricht; übertreibt man die Höhe, so müsste man auch die Dicke der Schichten in der Mitte übertreiben und diese als in der

Höhe dickere Halbmonde aufzeichnen, was zwar dann ein auf die natürlichen Verhältnisse reducirbares Bild gäbe, aber dann wieder nicht der Natur gleichen würde, denn eine Zeichnung, wie die in Fig. 46 gegebene, würde wahrlich Jedermann nur für eine Carricatur halten, obgleich sie nach mathematischen Grundsätzen die einzig richtige sein würde.

Fig. 45.



Fig. 46.



Der Zusammenhang der äusseren Form des Reliefs, welches unsere Erdrinde darbietet, mit der inneren Structur ist meistens so innig, dass ein geübtes Auge mit Sicherheit aus der äusseren Form erkennen kann, welche innere Structur die Masse haben muss, der diese Form angehört. Eine aller Orten vorkommende Gestalt ist nun diejenige, welche aus der Aufschüttung loser Materialien hervorgeht. Die Böschungswinkel der Erhabenheiten, welche von solchen Materialien gebildet werden, hängen begreiflicher Weise von der Grösse und Gestalt, sowie von der Glätte dieser Materialien wesentlich ab und können um so bedeutender sein, je grösser die Stücke und je unregelmässigere Zacken und Gestalten sie darbieten. Unter den einfachsten Verhältnissen zeigen sich diese aufgeschütteten Formen an den Dünen, welche wir an vielen Stellen längs des Meeresstrandes beobachten. §. 138.

Fig. 47.



Die Dünen bestehen aus angehäuftem Sand, der sich je nach der Grösse seiner Körner in entsprechenden Böschungen abgelagert hat. Der Fuss dieser Hügelreihen, welche nur aus losem Sande aufgeschüttet und von dem Winde beständig umgearbeitet werden, wird gewöhnlich von dem Meere bespült und lagert sich unter dem Wasser in fast horizontaler Richtung, die trockenen Sandhügel aber werden von dem Winde dadurch umgemodelt, dass er, wenn er z. B. in der Richtung w wirkt, die bei b^1 liegenden Körper hinabwirft und so allmälig in der dahinter liegenden Furche ansammelt, bis der Rücken a^1 entsteht. So entstehen dann statt der Hügel b^1, b^2, b^3 nach und nach die Hügel a^1, a^2, a^3, und die Dünen bewegen sich gleichsam wellenförmig landeinwärts,

wobei alle auf einander folgenden Hügel stets dieselben Böschungen haben, eine der See zugewandte flachere, die durch den Druck des Windes modificirt wird, und eine der See abgewandte, unter dem Winde gelegene Böschung, welche dem Fallwinkel. der aus der Grösse der Körner des Sandes hervorgeht, entspricht.

Die vulcanischen Eruptionskegel, welche aus Schlacken, Sand und Asche, die bei dem Ausbruche aus der Luft herniederfallen, aufgehäuft werden, bieten ähnliche Verhältnisse dar.

Fig. 48.



Der Durchschnitt eines solchen Eruptionskegels sieht aus, als wenn man zwei Dünen mit ihren steilen Seiten gegen einander dargestellt hätte, indem nach aussen hin die Materialien beim Falle einen ihrer Natur und Grösse angemessenen Böschungswinkel gebildet haben, während auf der inneren Seite an dem Schlote des Vulcans die aufgeschichteten Massen gewissermaassen successive röhrenartige Belegungsschichten bilden; eine grosse Anzahl vulcanischer Berge sind auf solche Art zusammengeschüttet und selbst die ungeheuren Kegel des Chimborasso und anderer Vulcane der Anden scheinen solche Aufschüttungskegel zu sein, die nur deshalb so steile Wände besitzen, weil die Materialien, aus denen sie aufgeschüttet sind, nicht einfacher Sand, sondern riesige Blöcke sind, die fast senkrecht auf einander lagern.

Die erwähnten Aufschüttungsformen kommen nicht nur in der an-

Fig. 49.

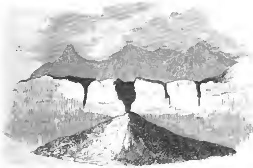


Durchschnitt eines Schuttkegels.
a Anstehende Felsschichten. *b* Schuttkegel.

geführten Weise an ganzen Gipfel- und Hügelreihen vor, sondern finden sich namentlich auch sehr häufig im Inneren der Gebirge als sogenannte Schutt- und Schwemmkegel (Fig. 49).

An dem Fusse der Runsen und Tobel, aus welchen die verwitterten Gebirgsmassen, die losgerissenen Steine und Felsen, namentlich im Frühling zur Zeit der Schneeschmelze in das Thal hinabstürzen, bildet sich nach und nach eine kegelförmige Anhäufung dieser Materialien aus, die einerseits an die Thalwandung sich anlehnen und andererseits einen Böschungswinkel bilden, der von der Grösse und Gestalt der Materialien selbst abhängt und gewöhnlich etliche und 30 Grade beträgt (Fig. 50).

Fig. 50.



Ansicht eines Schuttkegels.

Eine ganz besondere Form von Aufschüttung loser Materialien bilden endlich die Moränen oder Gletscherwälle, welche in vielen Gebirgen durch Gletscher zusammengehäuft worden sind. Es sind meistens lange Wälle, oft von gebogener Gestalt, welche aus Materialien jeder Art und Grösse zusammengeschüttet sind, und wenn sie quer durch die Thäler gerichtet sind, eine thalabwärts gekrümmte Form zeigen. Sie werden bei Gelegenheit der Gletscher näher besprochen werden.

Unter den Formen, welche von Gebirgen gebildet werden, die aus festen Materialien zusammengesetzt werden, kann man vier Classen unterscheiden, die sich auf eine gewisse Structur des Inneren beziehen. §. 139.

1. Gestalten, welche aus einer unbestimmten Structur des Inneren hervorgehen. Im Ganzen ist diese unbestimmte Structur selten; sie findet sich nur in ungeschichteten, krystallinischen Gesteinen, die nach allen Richtungen von Spalten durchkreuzt sind. In den meisten krystallinischen Gebirgen haben die Spalten doch eine be-

stimmte, gleichförmige Richtung nach einer oder mehren divergireuden Flächen; es kommt aber zuweilen vor, dass dies nicht der Fall ist und dass die ganzen Massen dergestalt zersplittert sind, dass man im ganzen Gebirge keinen Block von einigen Metern Durchmesser auffinden könnte. In solchen Fällen verwittern dann auch die mineralischen Massen äusserst leicht, und es kann dann keine abgerissene steile Form in diesen Gebirgen vorkommen, weil eben diese scharfen Absätze verwittern und zusammenstürzen. Gebirge und einzelne Berge mit solcher unbestimmter innerer Structur bilden mehr oder minder hohe rundliche Kuppen mit gefälligen Begrenzungslinien, aber wenig pittoresken Formen; meist stehen sie in gewissen Richtungslinien zu einander und bieten dann aus der Ferne den Anblick hinter einander gestellter Maulwurfshügel dar. Die Vogesen bieten in vielen ihrer Gipfel solche Berge dar, und der gesunde Volkssinn hat diese eigenthümliche Gestalt scharf erfasst, indem er diesen Bergen der Vogesen den bezeichnenden Namen der Belchen (*Ballons*) beigelegt hat. Ihre rundliche Kuppenform verdient in der That mit einem Ballon verglichen zu werden.

§. 140. 2. Gestalten, welche aus tafelförmiger Absonderung ihrer bildenden Masse hervorgehen. In den meisten Gebirgen, welche aus ungeschichteten, krystallinischen Massen gebildet sind, finden sich doch besondere Spaltflächen, die vorzugsweise nach einer speciellen Richtung gelegt sind und so eine tafelförmige Absonderung bedingen. Verwittert das Gebirge, so lösen sich diesen Richtungslinien zufolge die Stücke in gewaltigen breiten, mehr oder weniger dicken Massen ab, wie dies bei den meisten Granit- und Gneissgebirgen der Fall ist. Sind nun diese Tafeln mehr oder minder senkrecht aufgerichtet, und noch obenein aus festen, schwer verwitternden Massen gebildet, so entstehen daraus die wunderlichsten, kühnsten Formen, wie dies namentlich in den Alpen auf das Schönste hervortritt. Die Aelpler unterscheiden auch diese Formen durch besondere Namen: Hörner, Stöcke, *Aiguilles*, *Dents*, weil sie in der That mit diesen Gegenständen grosse Aehnlichkeit darbieten. Laufen diese scharfen Tafeln in langer Linie fort, wie denn die Richtungslinien der Absonderung meist in bestimmter Beziehung zu der Axe der Bergkette selbst stehen, so werden dadurch scharfe Kämme oder Gräte gebildet, welche, von der Seite gesehen, wie spitze Pyramiden aussehen. In anderen Fällen sind diese Kämme zerrissen, der grösste Theil zerstört, und dann bleibt nur eine einfache Nadel übrig, die wie ein Zahn in die Luft steht. Am Montblanc (Fig. 51) namentlich tritt diese letztere Form deutlich hervor, während in den Berner Alpen mehr die langen Kämme oder Gräte ausgebildet sind. Die kühnen Gestalten und scharfen Linien, wodurch die Gebirgsformen dieser Classe in pittoresker Hinsicht sich so sehr auszeichnen, hängen hauptsächlich von der Zusammensetzung ihrer Masse ab, die

den atmosphärischen Einflüssen sehr kräftig widersteht, nur sehr wenig verwittert und deshalb stets frische Brüche und scharfe Winkel dar-

Fig. 51.



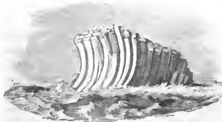
Kette des Montblanc vom Breven aus.

a Chamouni. *b* Montblanc. *c* Mer de glace. *d* Bossons-Gletscher. *e* Aiguille verte. *f* Dome du Gouté. *g* Montanvert.

bietet. Da, wo dieser Widerstand gegen den zerstöreuden Einfluss der Atmosphäre geringer ist, da treten auch an den verwitternden Gesteinen solche scharfe Formen nicht hervor, weil sie bald zerstört werden und in gefälligere saufterc Formen übergehen.

3. Gestalten, aus *prismatischen Absonderungsflächen der* §. 141.
bildenden Masse hervorgegangen. Solche Formen kommen im Ver-

Fig. 52.



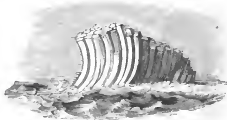
Aus gekrümmten Basaltsäulen bestehendes Vorgebirge.

gleich zu den vorhergehenden nur äusserst selten und nur bei Massen vor, welche im völligen Fluss gewesen und regelmässig erkaltet siud. Die

9*

Basalte bieten das prägnanteste Beispiel dieser Formen. Sie sind fast in senkrechte Prismen zerschnitten, welche meist sechsseitig, oft aber,

Fig. 53.



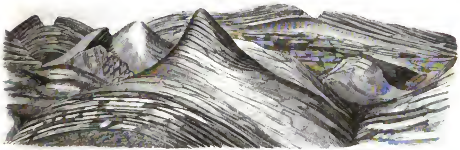
Aus gekrümmten Basaltsäulen bestehendes Vorgebirge.

bei mehr oder minder regelmässiger Abkühlung, nur dreiseitig, manchmal selbst neun- und zehnseitig sind. Es ist leicht nachzuweisen, dass ein regelmässig sich abkühlender feuriger Strom in solche Prismen bei der Erkältung und Zusammenziehung sich zerspalten muss. Meist haben diese Basaltprismen 40 bis 60, oft aber auch mehre hundert Centimeter Dicke, und sie bieten zuweilen so regelmässige natürliche Säulenreihen, dass das Volk sie mit dem Namen „Orgelpfeifen" belegt, ein Ausdruck, der in der Ferne ziemlich richtig ist, in der Nähe aber von seinem Werthe verliert, da die einzelnen Säulen nicht runde Cylinder, sondern eckige Prismen bilden. Die Basalte im Ganzen bilden entweder rundliche Kuppen mit oft senkrechten seitlichen Abstürzen, oder aber lange fast horizontale Linien; — immer aber stehen die Prismen mehr oder weniger senkrecht auf der Oberfläche. Beispiele solcher prismatischen Absonderungen im Grossen finden sich in allen Gegenden, wo alte Vulcane anzutreffen sind, und die Jedermann bekannte Fingalshöhle auf Staffa bildet eine der hervorragendsten Erscheinungen dieser Art.

§. 142. 4. Gestalten, welche eine Folge der Schichtung sind. Diese Formen sind ohne Zweifel die häufigsten und mannigfaltigsten, da nicht nur die Schichtung selbst, sondern auch die Consistenz der Schichten, ihr Wechsel unter einander und ihre Lagerung in mehr oder minder horizontaler Richtung die mannigfaltigsten Gestaltenwechsel herbeiführen können. Indessen lassen sich alle diese Gestalten, so mannigfaltig sie auch sein mögen, auf die gerade Fläche wieder zurückführen; alle noch so verschieden gestalteten Schichten und Blätter lassen sich entfalten, entwickeln, und keine Gestalt giebt es, die nicht dieser Entfaltung fähig wäre; aus dem einfachen Grunde, weil alle Schichten anfangs horizontale Flächen bildeten und erst später durch verschiedene

Ursachen in die verwickelten Lagen gebracht wurden, in welchen wir sie jetzt sehen. So erscheinen in der hier folgenden Skizze des Thales von Bärschwyl sehr mannigfache Formen, die sich aber bei genauerer Betrachtung als durchaus abhängig von der Schichtung zeigen (Fig. 54). Auf den ersten Blick erscheint die Schichtung übereinstimmend mit der tafelförmigen Absonderung, allein im Grunde ist dies nicht dasselbe. Die Sprungflächen bei den tafelförmigen Absonderungen erscheinen zwar parallel, entsprechen sich aber unter einander nicht, so dass die ganze Masse dennoch ein zusammenhängendes Ganze bildet. Die Schichten aber sind durchweg getrennt, so weit man sie auch verfolgen mag, und oft bedecken sie ausgedehnte Strecken. Zudem behält eine Schicht in ihrer Flächenerstreckung fast stets die nämliche Dicke

Fig. 54.

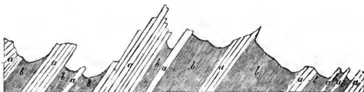


Gegend von Bärschwyl im Solothurner Jura.

und auch fast dieselbe Zusammensetzung bei, so dass man oft in stundenweiter Erstreckung dieselbe Schicht an ihren einzelnen Kennzeichen wieder erkennen kann. Wenn indessen auf diese Weise die Schicht in sich denselben Charakter im Allgemeinen unverändert festhält, so folgt daraus nicht, dass verschiedene Schichten, die zu demselben Systeme gehören und über einander liegen, auch dieselbe Zusammensetzung und Dicke besässen. Hier herrschen im Gegentheile die grössten Verschiedenheiten, und es ist durchaus nichts Ungewöhnliches, dicke, feste, unverwitterbare Kalkschichten zum Beispiel auf dünnen, blätterigen Schiefern, auf Lehm oder Mergel aufliegen zu sehen, oder auch in mehrfachem Wechsel Kalksteine, Sand, Mergel und wie alle die verschiedenen Modificationen heissen mögen, zu finden und Schichten von der Dicke eines Meters und mehr mit papierdünnen Ablagerungen wechselnd zu beobachten. Diese Verschiedenheit in der Dicke der Schichten und in ihrem Widerstande gegen die zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre bedingt schon die mannigfachsten Formgestalten. Oft, wenn die Schichten emporgerichtet sind, bilden sich durch Verwitterung mehr oder weniger dicker Zwischenlager seltsame, scharf ausgezackte Formen,

indem die festeren Schichten stehen bleiben; sowie z. B. die in dem beistehenden Profile ausgedrückte Gestalt, wo *a* die festen, schroff blei-

Fig. 55.



benden Schichten, *b* die lockeren und ausgewaschenen Zwischenschichten bezeichnet.

§. 143. In solchen Fällen können die auf diese Weise hergestellten Formen sehr denjenigen ähnlich werden, welche aus tafelförmiger Ablagerung der Gesteine hervorgehen; indessen herrscht hier immer noch der Unterschied, dass bei den geschichteten Gesteinen selten die Querrisse vorhanden sind, wodurch Nadelgestalten entstehen, sondern dass dann die Felsen lange fortziehende Kämme bilden. Auch in den Thalwänden wird durch diese verschiedene Festigkeit der einzelnen über einander liegenden Schichten eine grosse Mannigfaltigkeit bedingt. Feste, unverwitterbare Schichten werden in Thalrissen schroffe, reine Ecken und Brüche darbieten, wie in Fig. 56, während Schichten, die leicht verwittern, mehr oder minder sanft abschüssige Gefälle darbieten, wie Fig. 57. Wechseln beide Arten Schichten mit einander ab, so entstehen terrassenartige Wände, Fig. 58, wo steile, treppenartige Absätze (festere Schichten *a*) mit schiefen Abhängen (verwitterten Schichten *b*) wechseln.

Fig. 56.

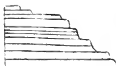


Fig. 57.

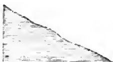


Fig. 58.



§. 144. Nicht nur in den Gebirgen aber, sondern auch in den Ebenen hat die Schichtung den bedeutendsten Einfluss auf die Gestaltung des Bodens. So finden sich in den meisten Gegenden die Plateaus durch quere Abstürze der Schichten geendet, die Thäler durch die Begrenzungen der Schichten selbst bedingt und die verschiedenen Zustände der Stratification lassen schon von vornherein auf das Relief des ebenen Landes schliessen. Die Thäler, welche die Ebenen durchziehen, laufen entweder längs der Grenzen der einzelnen Schichten hin, oder aber sie sind dadurch entstanden, dass an einzelnen Stellen die oberen Schichten

entfernt, ausgewaschen oder durchbrochen sind. Das Relief des Bodens im ebenen Theile von Frankreich, Deutschland, Russland ist einzig durch diese scheinbar unbedeutenden Verhältnisse des Schichtenwechsels bedingt. Darum sind es auch vorzugsweise die Flussthäler in den Ebenen, welche der Geologe aufsucht, wie die Durchbrüche und Steingruben in den Bergen, weil er in ihnen die Schichten in ihrer bestimmten Aufeinanderlagerung erblicken und oft in den Ebenen von wenig erhöhten Punkten aus bis in unabsehbare Fernen hin verfolgen kann.

Zweites Capitel.

Gesteinslehre.

§. 145. Wenn es gewiss ist, dass die Erde aus verschiedenen mosaikförmig in einander gefügten oder über einander gelegten Stücken besteht, die in ihrer ganzen Ausbreitung sich selbst so ziemlich in ihrer Zusammensetzung gleich bleiben, dagegen oft unter einander bedeutend verschieden sind, so erscheint es von der ersten Nothwendigkeit, diesen einzelnen Stücken Namen zu geben, welche eine bestimmte Bedeutung haben und die sich stets auf eine und dieselbe Zusammensetzung oder Textur beziehen. Die Benennung der Steine oder Felsarten war schon weit früher in Anwendung, als man nur an Geologie oder Mineralogie dachte; ehe man noch einen Krystall oder eine Mineralspecies kannte, nannten schon Maurer und Architekten die verschiedenen Baumaterialien, welche sie unter den Händen hatten, mit Namen, welche für dieselben bezeichnend waren und deren viele auch aus dem Volksgebrauche in die Sprache der Wissenschaft übergegangen sind. Die Gesteinslehre (Lithologie oder Petrographie), d. h. die Kenntniss der Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, ist demnach ein wesentlicher Theil der Geologie. Sie ist wesentlich verschieden von der Mineralogie, welche sich nur mit den einzelnen Arten der Mineralien und deren Beschreibungen befasst. Die Gesteine aber, welche das Grundmaterial der geschichteten und ungeschichteten Massen bilden, aus welchen unsere Erdrinde vom geologischen Gesichtspunkte aus zusammengesetzt ist, diese Gesteine oder Felsarten (franz. *Roches*) sind meistens keine einfachen Mineralien, sondern aus mehren einfachen Mineralien zusammengesetzt, und es ist wichtig, die Felsarten ihren äusseren Kennzeichen nach zu unterscheiden und zu ordnen, ganz so wie man die Mineralien nach ihren Kennzeichen geordnet hat. Es giebt einige Mineralspecies, welche auch für sich allein Felsarten bilden

können, wie z. B. der kohlensaure Kalk; allein man kann erst dann eine solche Mineralspecies als Felsart bezeichnen, wenn sie wirklich mit bedeutenden Massen in die Bildung der Erdrinde mit eingreift, sich über ansehnliche Räume verbreitet, eigene Gebiete bildet und somit in der That ein wesentliches Element der Erdrinde darstellt. Die Felsarten nach den einzelnen Mineralien, welche in ihre Zusammensetzung eingehen, bestimmen und studiren zu wollen, ist hauptsächlich deshalb unstatthaft, weil eben die meisten dieser Felsarten aus mehren derselben gemengt sind und viele ihrer Eigenschaften gerade ihrer Mengung verdanken. Bekanntlich ändern sich nämlich die physikalischen, wie chemischen Eigenschaften der einzelnen Substanzen oft ausserordentlich durch die Mengung mit anderen Körpern. Salze, welche durch ein gewisses Reagens vollkommen gefällt werden, zeigen in Gegenwart von anderen Substanzen in derselben Auflösung keinen Niederschlag; in anderen Fällen werden Stoffe, die nicht gefällt werden sollten, dennoch durch die Gegenwart einer anderen Substanz, welche sich niederschlägt, mit niedergerissen. Manche Körper sind fast unschmelzbar; mit anderen gemengt, erhalten sie einen weit niedrigeren Schmelzpunkt. Ganz dasselbe ist der Fall mit den einzelnen Felsarten; sie haben Eigenschaften, welche ihnen nur in ihrem bestimmten Zustande als gemengte Körper zukommen und welche man unmöglich aus den einzelnen Gemengtheilen, den Eigenschaften der einzelnen Mineralspecies, welche die Felsart zusammensetzen, herausconstruiren könnte. Man hat der Gesteinslehre eben aus dieser Zusammensetzung der Materialien, womit sie sich beschäftigt, einen Vorwurf machen wollen, allein mit grossem Unrechte, da in allen Naturwissenschaften ähnliche Zweige vorkommen, die sich nothwendiger Weise mit den Eigenschaften gemengter Körper beschäftigen müssen. Das Meer, die Atmosphäre, das Blut und so viele andere Körper, mit deren Studium die Wissenschaft sich beschäftigt, sind nur natürliche Mengungen gewisser einfacher Bestandtheile, denen aber eben als Mengungen Eigenschaften zukommen, welche durchaus eigenthümlich sind.

Die Felsarten verdanken demnach viele ihrer Eigenschaften gewissen physikalischen Bedingungen, welche bei ihrer Entstehung obgewaltet haben, und durch welche die specielle Mengung der einzelnen einfachen Mineralien, aus welchen sie zusammengesetzt sind, bewirkt wurde. Allein auch selbst, wenn sie aus einfachen Mineralien bestehen, selbst in diesem Falle bieten sie, je nach den physikalischen Bedingungen ihrer Bildung, ziemlich bedeutende Verschiedenheiten dar, welche mehr oder weniger ganz unabhängig von ihrer chemischen Constitution sind. So bildet z. B. der kohlensaure Kalk je nach den Verhältnissen, unter welchen er gebildet wurde, und je nach den Einwirkungen, denen er später ausgesetzt war, sehr wesentliche Verschiedenheiten dar. Es verhalten sich überhaupt die Felsarten zu den einfachen §. 146.

Mineralien etwa wie die reinen chemischen Elemente zu den Kunstproducten. Eisen ist immer Eisen; allein je nachdem es gewalzt, gehämmert, gegossen ist, erlangt es sehr verschiedene Eigenschaften, welche derjenige, welcher sich speciell mit dem Eisenhandel oder seiner Verarbeitung beschäftigt, auf den ersten Blick erkennt. Ganz auf ähnliche Weise verhält es sich mit den Felsarten; der Geologe muss sie unterscheiden können, muss bestimmte Zeichen haben, woran er sie erkennt, bestimmte Namen besitzen, woran sich feste Begriffe knüpfen. Werner hat seiner Zeit der Wissenschaft einen ausserordentlichen Dienst geleistet, indem er eine bestimmte Nomenclatur einführte, die bald allgemein angenommen wurde, da Werner seiner Zeit förmlich der Dictator der Wissenschaft war. Es wäre zu wünschen, dass die Geologen auch jetzt über den Begriff, den sie mit einzelnen Worten verbinden wollen, sich vollkommen einigen möchten.

§. 147. Die chemischen Bestandtheile, aus welchen die Gesteine zusammengesetzt sind, erscheinen im Ganzen wenig zahlreich, wenn man einige seltener vorkommende Felsarten, die eine nur unbedeutende Rolle in der Zusammensetzung der festen Erdkruste spielen, ausnimmt. Als vorwiegender Bestandtheil steht die Kiselerde da, welche theils für sich allein, theils aber namentlich in Verbindung mit anderen Erden und Metallen den grössten Theil der plutonischen Massen des Erdkörpers bildet und auch in den Sedimentablagerungen eine bedeutende Rolle spielt. In den Silicaten, welche so häufig vorkommen und z. B. die Basis des Granites, des Basaltes u. s. w. bilden, spielt die Kieselerde stets die Rolle einer Säure, und wenn sie als selbständiger Bestandtheil auftritt, so erscheint sie bald als halbkrystallinische Masse, welche vorher geschmolzen war, bald in eigenthümlichen, durch den organischen Lebensprocess bedingten Formen.

Die Kalkerde, die Thonerde und die Talkerde bilden, theils mit Kohlensäure, theils mit Kieselerde verbunden, in den meisten mineralischen Massen der Erdkruste die hauptsächlichste Basis; — Kali und Natron stehen ihnen wohl an Masse nach, obgleich gerade diese beiden Alkalien an den meisten feuerflüssigen Bestandtheilen einen wichtigen Antheil haben.

Unter den Metallen ist das Eisen am weitesten verbreitet, theils als Oxyd verschiedener Stufe, theils als Schwefelmetall; die übrigen Metalle bilden nur geringe Mengen und meist nur hier und da zerstreute zufällige Bestandtheile.

Schwefel und Kohlenstoff sind unter den einfachen Körpern die einzigen, welche in grösseren Mengen auftreten.

Unter den Säuren endlich nimmt nächst der schon erwähnten Kieselerde die Kohlensäure den ersten Rang ein, indem sie dem Gewichte nach zwei Fünftel aller geschichteten Kalksteingebirge ausmacht und überall, wo Kalk in Sedimentablagerungen vorkommt, mit diesem ver-

bunden auftritt. Im zweiten Range stehen die Schwefelsäure, welche mit Kalk verbunden die Gypsmassen bildet, und das Chlor, das namentlich in seiner Verbindung mit Natron zu Kochsalz eine wesentliche Rolle spielt.

Indem wir diese wenigen chemischen Bestandtheile aufzählen, wollen wir damit durchaus nicht sagen, dass die anderen chemischen Grundstoffe, welche in der Natur vorkommen, nur zufällige oder accessorische Bestandtheile seien. Die Nothwendigkeit ihrer Existenz besteht ebensowohl für die geringeren, wie für die grösseren Massen, und viele derselben, welche in der Industrie eine Benutzung finden, wie namentlich die verschiedenen Metalle, erscheinen von der grössten Bedeutung für die Wissenschaft wie für das Leben; im Verhältniss zu den angeführten Stoffen erscheinen aber die übrigen Körper in so geringen Massen, dass sie bei einer allgemeinen Uebersicht der Hauptbestandtheile füglich übergangen werden können.

§. 148. Die meisten angeführten Säuren und Basen finden sich nicht als solche in der Natur, sondern in Verbindungen, in welchen sie bestimmte **Mineralspecies** bilden, die ihren verschiedenen Eigenschaften, wie Krystallisation, Härte, chemische Zusammensetzung, nach von der Mineralogie genauer beschrieben werden. Die wesentlichen mineralogischen Bestandtheile der Felsarten sind nun die folgenden:

1. Quarz.
2. Orthoklas.
3. Albit.
4. Sanidin.
5. Anorthit.
6. Oligoklas.
7. Labrador.
8. Saussurit (Jade)
9. Andesin.
10. Nephelin (Eläolith).
11. Biotit (Magnesia - Glimmer. Einaxig).
12. Glimmer (Muscovit. Zweiaxig).
13. Lepidolith (Lithion - Glimmer).
14. Chlorit.
15. Talk.
16. Flussspath.
17. Serpentin.
18. Hornblende.
19. Olivin.
20. Augit.
21. Hypersthen.
22. Diallag.

(2.–9.:) Gruppe der Feldspathe.

(2.–11.:) Alle diese verschiedenen Mineralien sind Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, besitzen alle eine mehr oder minder weisse Farbe.

23. Turmalin.
24. Topas.
25. Granat.
26. Smaragdit.
27. Leucit.
28. Magneteisen.
29. Eisenglanz.
30. Eisensilicat.
31. Kohlensaures Eisen.
32. Eisenoxydhydrat.
33. Kohlensaurer Kalk.
34. Dolomit.
35. Gyps.
36. Anhydrit.
37. Schwerspath.
38. Apatit.
39. Steinsalz.
40. Thon.
41. Braunkohle.
42. Graphit.
43. Steinkohle.
44. Anthracit.

§. 149. Die genaue Kenntniss der Gesteine ist das nothwendige Abc des Geologen, das er auf das vollständigste inne haben muss, um nicht in die gröbsten Irrthümer zu verfallen. Die Gesteine bilden gleichsam die Buchstaben, aus denen die Schrift zusammengesetzt ist, die der Geologe deuten soll, und derjenige, welcher noch im Stande ist, einzelne Buchstaben zu verwechseln, wird begreiflicher Weise niemals fliessend lesen lernen. Die Gesteine sind aber meistentheils Gemenge aus verschiedenen der eben angeführten Mineralspecies; — nur selten bildet eine einzige für sich, wie z. B. Serpentin, Dolomit oder Kalk, grosse Massen. Es handelt sich demnach darum, in den Gemengen, welche die Natur uns vorführt, diese einzelnen Bestandtheile zu unterscheiden und somit die Natur des Gesteines zu erkennen. Diese Untersuchung ist nicht so leicht, sondern im Gegentheile mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft, und bei vielen Felsarten sind wir noch heute nicht im Stande, eben dieser Schwierigkeiten wegen, nachzuweisen, aus welchen einzelnen Bestandtheilen sie gemengt sind. Die krystallinischen Elemente sind fast niemals vollständig ausgebildet, vielmehr in ihrer Krystallisation gehemmt, verkrüppelt und so durch einander verwachsen, dass sie kaum erkenntlich sind. Zudem sind sie meistens äusserst klein und dadurch ihre Winkel und Flächen unkenntlich, so dass ihre Bestimmung die grösste Schwierigkeit macht. Es gelingt deshalb meist nur durch verwickelte Operationen, die einzelnen Bestandtheile anschau-

lich zu machen. Zuweilen genügt dieses durch die Prüfung mit dem bewaffneten Auge, sei es mit der Loupe oder dem Mikroskope. An frischen Bruchflächen kann man dann oft bei directer Beleuchtung mit dem Sonnenlichte unter starker Vergrösserung die Spiegelflächen der Kryställchen an solchen Gesteinen erkennen, deren Grundmasse dem blossen Auge homogen erscheint. Häufig gelingt dieses noch besser an solchen Proben, welche einer theilweisen Zersetzung oder Verwitterung ausgesetzt waren. An solchen verwitterten Gesteinen widerstehen oft einzelne Bestandtheile der Zersetzung viel besser als andere, so dass ein scheinbar gleichförmiges Gestein nach und nach in einen Haufen einzelner loser Kryställchen zerfällt, deren Bestimmung dann leichter wird; zuweilen auch ergiebt sich die Zusammensetzung aus der Analogie, indem dieselbe Masse an einem Orte sehr wenig, in einiger Entfernung davon bedeutend ausgebildete mineralogische Bestandtheile zeigt. So giebt es, um nur ein Beispiel anzuführen, Granitgänge, deren Masse an den Rändern vollkommen amorph erscheint, während in der Mitte des Ganges die Krystalle sich vollständiger ausbildeten und nun ihrer Natur nach erkannt werden können. Häufig gelingt es auch durch eine genaue mineralogische Untersuchung, durch Berücksichtigung der Farbe, des specifischen Gewichtes, der Härte, durch das Verhalten vor dem Löthrohre und durch die äussere Einwirkung von Säuren ein und das andere Gemengtheil solcher Gesteine auszuscheiden und zu erkennen, oder die Grundmasse zu lösen, in welcher diese Gemengtheile bisher eingebacken waren. Oft muss man dieser Untersuchung eine genaue mechanische Zersetzung des Gesteines vorausgehen lassen. Man pulvert zu diesem Zwecke das Gestein, wobei man so viel als möglich die angewandte Kraft so zu modificiren sucht, dass sie nur zur Trennung der kleinen Gemengtheile hinreicht, ohne dieselben gänzlich zu zermalmen. — Man schlämmt dann das erhaltene Pulver in solcher Weise, dass die verschiedenen Gemengtheile nach ihrem specifischen Gewichte sich von einander trennen und als besondere Partien pulveriger Niederschläge erhalten werden. Diese verschiedenen Partien werden dann jede für sich nach ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften geprüft, und so die Mineralspecies festgestellt, aus welcher sie bestehen. Cordier, der diese Methode zuerst in die Wissenschaft einführte, hat auf diese Weise nachgewiesen, dass viele Laven und sonstige scheinbar durchaus einfache Gesteine aus verschiedenen Mineralspecies gemengt seien.

Zu Untersuchungen dieser Art kann mit Vortheil eine, wenigstens 20 bis 30 Meter hohe, senkrecht aufgestellte Röhre dienen, die man mit Wasser oder auch mit irgend einer gesättigten schweren Salzlösung füllt und an deren unterem Ende ein mit einem Hahne versehener Ansatz von Glas sich findet. Schüttet man das sehr fein gepulverte gemengte Gestein oben ein, so kommen die einzelnen Gemeng-

theile unten in um so kürzerer Zeit an, je grösser ihr specifisches Gewicht ist, und trennen sich dadurch vollständig. Je höher die Röhre und je verschiedener im Gewichte die Gemengtheile (z. B. Erze mit erdigem Gestein), desto vollständiger wird die Trennung.

§. 150. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist bei vielen Gesteinen die mikroskopische Untersuchung feiner, bis zur Durchsichtigkeit geschliffener Plättchen. Sorby und Zickel haben auf diese Weise gezeigt, dass scheinbar ganz homogene Bestandtheile gemengter Gesteine mit Wasser, Luft oder anderen feinen Kryställchen gefüllte Porenräume besitzen, dass scheinbar einfache Krystalle sehr kleine mikroskopische Kryställchen anderer Natur einschliessen und dass ganz homogene Massen, wie Pechsteine und Obsidian, vulcanisches Glas, aus Aggregaten unzählicher Krystalle bestehen, die häufig in formlose Grundmassen eingeschlossen sind. Es gestatten solche Untersuchungen oft, wie wir später sehen werden, überraschende Einblicke in die Natur und Entstehungsweise mancher Gesteine.

§. 151. Als letztes Hülfsmittel bleibt dann noch die chemische Analyse eines Gemenges, das sich sonst auf keine Weise mechanisch zerlegen lässt, und die Berechnung der einzelnen Mineralspecies aus den erhaltenen Mengen der Bestandtheile nach ihrer vorher bekannten Zusammensetzung. Es versteht sich von selbst, dass die chemische Analyse eines Gemenges nur dann angestellt werden darf, wenn alle Mittel der mechanischen Zerlegung fehlgeschlagen haben, und dass man sonst nur die mechanisch zerlegten Bestandtheile, jeden einzelnen für sich, der Analyse unterwerfen darf. Zuweilen freilich gelingt auch eine Trennung der Gemengtheile auf chemischem Wege, indem z. B. das eine Mineral von schwachen oder starken Säuren aufgelöst wird, das andere nicht; allein wenn auch dies nicht der Fall sein sollte, so lässt sich manchmal mit Berücksichtigung des Umstandes, dass einzelne Mineralspecies eine Mengung mit anderen ausschliessen, aus der Analyse eines Gemenges auf die einzelnen Bestandtheile desselben schliessen.

Analysen von ungetrennten Gemengen, sogenannte Bausch-Analysen, müssen stets in der Weise angestellt werden, dass grössere Mengen des Gesteins gepulvert und von dem innig gemischten Pulver eine Probe analysirt wird, um dann die mittlere Zusammensetzung des Gesteines so genau als möglich zu erhalten. Man hat solche Analysen besonders in Beziehung auf diejenigen Gemenge ausgeführt, welche wesentlich aus Silicaten zusammengesetzt sind, und das wesentliche Augenmerk auf das gegenseitige Verhältniss der Kieselsäure und der mit ihr verbundenen Basen gerichtet. Es hat sich nun bei diesen Untersuchungen herausgestellt, dass die meisten dieser Gemenge zwar in zwei Gruppen zerfallen, nämlich wesentlich saure, kieselräurereiche (trachytische) Gesteine, bei welchen sich der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem-

jenigen der Basen wie 5 zu 1 verhält, und in basische, kieselsäurearme (basaltische) Gesteine, wo der Sauerstoff der Kieselerde zu demjenigen der Basen wie 3 zu 2 sich verhält, dass aber auch viele Gesteine existiren, welche Uebergänge zwischen diesen beiden Gruppen darstellen, wie wir dies bei Betrachtung der Gesteine selbst näher sehen werden.

Man unterscheidet im Allgemeinen zwischen Hauptbestandtheilen der Gesteine und zufälligen accessorischen Einschlüssen, obgleich zwischen beiden eine genaue Grenze nicht gezogen werden kann. So finden sich in einer Menge von Gesteinen hier und da Nester von Krystallen, Gänge mit anderen Bestandtheilen ausgefüllt, Mandeln und Drusen, welche durchaus nicht zu der Natur des Gesteines als solches gehören, und die man daher als accessorische Bestandtheile betrachten kann; andererseits sieht man in Sedimentablagerungen Versteinerungen, Fragmente anderer Felsarten, Rollsteine u. s. w. abgelagert, deren Anwesenheit in der Schicht ebenfalls mehr zufälligen Umständen zugeschrieben werden kann. Sobald aber die Mandeln z. B. so häufig werden, dass ein sogenannter Mandelstein entsteht, sobald die Trümmer- und Rollsteine in solcher Weise zunehmen, dass Puddinge, Conglomerate und Nagelfluhen gebildet werden, sobald die Versteinerungen fast allein für sich die ganze Schicht ausmachen, wie z. B. im Milioleukalk oder dem Nummulitensandstein, so hören diese accessorischen Bestandtheile auf, als zufällig zu gelten, und bilden dann in der That wesentliche Bestandtheile des Gesteines. §. 152.

Der Entstehung nach kann man die Gesteine in solche trennen, welche als reine Mineralien von Anfang an aufgetreten sind, und in solche, welche durch Einwirkung organischer Körper, seien sie nun Pflanzen oder Thiere, gebildet wurden. In den Sedimentablagerungen bilden oft die letzteren die wesentlichsten Massen. In den vulcanischen Gesteinen dagegen findet sich stets nur mineralische Thätigkeit als bildende Kraft. §. 153.

Eine wesentliche Unterscheidung wird endlich noch geboten durch das Verhalten der Gesteine, der Zeit und anderen tellurischen Einwirkungen gegenüber. Die einen scheinen sich so ziemlich in derselben Weise erhalten zu haben, wie sie von Anfang an abgesetzt wurden; Structur und Zusammensetzung ist etwa dieselbe geblieben; andere sind mehr oder minder verwittert, indem eine Zersetzung durch die Sickerwasser und die Atmosphäre Platz gegriffen hat; in anderen Massen endlich, die wir als metamorphische Gesteine bezeichnen, ist der ursprüngliche Zustand in einen anderen übergegangen, und Zusammensetzung wie Structur oft durchaus verändert worden. Oft können wir dieser Metamorphose Schritt für Schritt folgen; in manchen Fällen aber §. 154.

liegen die Gründe der Erscheinung tiefer, und über die meisten Metamorphosen im Grossen herrschen auch jetzt noch die verschiedensten Ansichten unter Geologen und Chemikern.

§. 155. Wenn wir uns mit dem Studium der einzelnen Gesteine und Felsarten befassen, so ist wohl darauf zu achten, dass wir es hier nicht mit scharf umgrenzten Species zu thun haben, wie etwa der Mineraloge, sondern dass wir uns Gemengen gegenüber befinden, von welchen es unmöglich ist, einen ganz scharf und genau begrenzten Begriff zu geben. Die Definitionen der einzelnen Felsarten müssen vielmehr, wenn sie der Natur entsprechen sollen, eine gewisse Elasticität besitzen, da die mannigfachsten Uebergänge zwischen verschiedenen Gestalten und Structuren sich in diesen Gemengen finden. Die Kunst bei der Classification der Felsarten besteht nicht darin, so viele Abtheilungen als möglich zu machen und die einzelnen Unterscheidungen bis in das Feinste auszuspitzen, man könnte sonst fast aus jedem Steine eine besondere Felsart machen; — sondern vielmehr grosse Abtheilungen aufzustellen, welche den in der Natur vorhandenen, im Grossen ausgebildeten Massen möglichst entsprechen und dadurch im Kleinen das Bild widerholen, welches die Natur im Grossen uns bietet. Weil eben die Felsarten nur Mengungen verschiedener Mineralien sind, so können die einzelnen Bestandtheile dieser Mengungen in äusserst weiten Grenzen wechseln und deshalb die verschiedensten Uebergänge einer Felsart in eine andere stattfinden. Gerade diese Uebergänge besonders hervorzuheben und zu verfolgen, ist Aufgabe einer richtigen Behandlung der Gesteinslehre, indem diese Uebergänge oft Blicke in die Anwendung der Naturkräfte thun lassen, welche bei künstlicher Abgrenzung und systematisch genauer Beschreibung uns gänzlich entgehen würden. Bei genauer Beachtung der Typen, welche diesen verschiedenen Uebergängen zu Grunde liegen, bei steter Verfolgung der Uebergänge selbst in ihren Einzelheiten, erlangt indess der praktische Geologe leicht einen sicheren Takt, der ihn nach gewissen empirischen Kennzeichen leitet, so dass er oft auf der Stelle Felsarten erkennt, die ein Anderer nur mühsam durch lange Untersuchungen auseinanderklaubt. Diese Kennzeichen lassen keine wissenschaftliche Classification zu, sie sind meist rein empirisch und oft auf unbedeutende Merkmale begründet, aber so gut wie der Tischler das Holz einer jeden Baumart, der Köhler die Kohlen eines jeden Holzes erkennt, ohne dass diese Leute darum die Bäume, welche die Hölzer oder Kohlen liefern, classificiren könnten, eben so gut muss auch der Geologe durch häufigen Umgang mit den Gesteinen die Felsarten auf der Stelle erkennen können, wenn ihn auch keine wissenschaftlich geordneten Merkmale leiten.

§ 156. Die Structur der Felsarten bietet äusserst wichtige Handhaben zur Unterscheidung und Erkennung derselben. Man kann dieselbe von

zwei verschiedenen Gesichtspunkten her beurtheilen, indem man einerseits die Spaltflächen in das Auge fasst, nach welchen die Gesteine beim Zerschlagen mit dem Hammer springen, was wir die Theilungsstructur nennen, oder indem man die Aggregatzustände berücksichtigt, in welchen die einzelnen Elemente und bildenden Merkmale der Felsarten sich befinden.

I. Theilungsstructuren der Felsarten.

1. Die amorphe Structur.

Die Gesteine, welche als eine gleichförmige, homogene Masse erscheinen, gleichen etwa dem Glase oder dem Harze und lassen, wie man sie auch behandeln möge, keine Spur von inneren Bestandtheilen wahrnehmen. Ihr Bruch ist meist muschelig, zuweilen nur sieht man Spuren körniger oder faseriger Absonderung, die indessen niemals vollständig ausgebildet sind. Es sind diese structurlosen Gesteine entweder aus feuerflüssigem Gusse, wie die vulcanischen Gläser, Obsidian und Pechstein, oder aus gallertartigen Massen, die sich allmälig verdichteten, wie z. B. die Feuersteine, hervorgegangen.

2. Die geschichtete Structur.

Die meisten Gesteinsmassen, welche aus Sedimentablagerungen §. 157.
hervorgehen, werden durch zwei einander parallele Flächen begrenzt, die im Verhältniss zu der Erstreckung einen sehr geringen Abstand von einander zeigen. Man nennt diese Massen Schichten, und die Trennungsfläche zweier aufeinander liegender Schichten die Schichtungskluft. Die Beobachtung der Lagerung und der Verhältnisse der Schichten zu einander ist, wie schon früher bemerkt wurde, ein wesentlicher Gegenstand der geognostischen Beobachtungen, worauf wir später des Weiteren zurückkommen werden. Hier interessirt uns nur der Einfluss, welchen die Schichtung auf die Structur der Gesteine selbst ausübt. In dieser Beziehung nun treten mannigfache Verschiedenheiten auf; oft sind die Schichten bedeutend mächtig und ihr Inneres so vollkommen compact, dass man Handstücke daraus für Stücke eines vollkommen homogenen Steines nehmen würde; gewöhnlich aber lässt sich in der Disposition und Lagerung der einzelnen Gesteinstheile ein gewisser Parallelismus mit den Schichten wahrnehmen, der dann zuletzt so weit geht, dass die Schichten aus einzelnen dünnen Blättern zusammengesetzt sind, die parallel auf einander lagern. Wenn diese Absonderungsflächen der Schichten sich sehr nahe rücken, so dass endlich dieselben nur aus dünnen Blättern zusammengesetzt sind, was

besondere geschieht, wenn die Schichten sich nur nach und nach in sehr geringer Menge absetzen oder zwischen denselben plattenförmige Gemengtheile (z. B. Blätter sich ablagerten, oder endlich auch, wenn sie vorzugsweise aus flächig spaltbaren Mineralien zusammengesetzt sind, wie z. B. Glimmer oder Talk, so bietet die geschichtete Structur viele Aehnlichkeit dar mit der

3. schiefrigen Structur.

§. 158. In allen Gesteinen, welche diese Structur zeigen, findet sich nur eine einzige Flächenrichtung, nach welcher die Stücke in parallele Blätter auseinander springen. Diese Zerspaltung in stets feinere und feinere Blätter hat in den ächten Schiefern eigentlich gar keine Grenze; so dünn auch die Blättchen sind, in welche man sie theilt, stets lassen sie sich noch in feinere zerlegen, und nur die Zerbrechlichkeit der Blättchen gebietet endlich der weiteren Zerstückelung Halt. Man hat alle Gesteine, welche diese eigenthümliche Structur darbieten, unter dem Namen Phylladen zusammengefasst, und ohgleich man diesen Namen auch weiter auf alle Gesteine ausdehnen wollte, die auch nur entfernt schiefrige Structur besitzen, so wird es dennoch besser sein, ihn künftig nur auf Schiefer auszudehnen, die wirklich, wie der Dachschiefer, bis ins Unendliche theilbar sind, während man die schiefrige Structur im Allgemeinen auch Felsarten zuerkennt, welche nur begrenzt theilbar sind.

Auf den Brüchen der Felsarten, welche schiefrige Structur bieten, unterscheidet man schon feine parallele Linien, welche die in dieser Richtung gelegten Spaltflächen anzeigen. Die Blätter selbst, in welche diese Gesteine zerfallen, sind ihrer Natur nach ausserordentlich verschieden; — meistens sind sie parallel und gerade, so dass es leicht hält, die Masse zu spalten; oft aber auch sind sie nur linear gestreckt oder selbst gewunden in sich gefältelt, und dann hält es oft schwer, die einzelnen Blätter von einander zu trennen. Schieferung und Schichtung, so leicht sie mit einander verwechselt werden können, sind dennoch unabhängig von einander; es kommt nicht selten vor, dass die Schieferungsebene einer Felsart senkrecht auf der Schichtungsebene derselben steht, und häufig selbst überwiegt eine solche abweichende Schieferung dergestalt, dass es schwer hält, die wirkliche Schichtung der Massen im Grossen von ihr zu unterscheiden. Es beruht diese, von der Schichtungsebene abweichende Schieferung die offenbar sich erst später in den Gesteinen ausgebildet hat, wahrscheinlich auf seitlichem Drucke, der sich oft durch ganze Gebirgsmassen fortsetzen kann.

Als eine Abart der schiefrigen Structur kann man die pseudoreguläre Structur ansehen, welche dadurch hervorgebracht wird, dass in einem Gesteine zwei Spaltenrichtungen existiren, wodurch die Ablö-

sungsflächen regelmässige polyedrische Stücke umgrenzen. So trifft man nicht selten dünngeschichtete Kalksteine, in welchen zwei Spaltrichtungen ziemlich regelmässig sich wiederholen, die in schiefen Winkeln einander treffen, und so sich in rhomboidale Tafeln ablösen. Ein Gleiches findet auch oft bei den Dachschiefern statt. Man hat früher auf diese Structnr grosses Gewicht gelegt und von vielen Seiten her sie sogar mit der Krystallisation verglichen, obgleich beide Erscheinungen durchaus nichts mit einander gemein haben. Bei der Krystallisation sind die Winkel, unter welchen die Flächen zusammentreffen, durchaus constant und nur sehr leichten, mathematisch bestimmbaren Abweichungen unterworfen, während bei der pseudoregulären Structur diese Winkel durchaus unbeständig sind und die Spaltflächen nie so genau parallel erscheinen, dass ein Stück vollkommen dem anderen gleich wäre.

4. Die Säulenstructur.

Die Gesteine sind in Säulen gespalten, welche meist fünf- oder sechsseitige Prismen darstellen und deren Dicke und Länge oft ungemein gross sein kann. Häufig sind diese Säulen quer gegliedert und diese Gliederungen bieten oft eine runde und nicht ebene Fläche. Die Spaltnng in Säulen ist gewiss meist eine Folge der Zusammenziehnng in feurigem Flusse gewesener Massen, die sich abkühlten. Die Säulen stehen gewöhnlich senkrecht auf den Abkühlungsflächen. Indessen kann eine solche Zusammenziehung auch in austrocknenden Massen auftreten. Basalte und Trappe zeigen diese Structur am schönsten. §. 159.

5. Die Kugel-Structur.

Gesteine, welche durchaus keine entsprechende Anordnung der inneren Theile zeigen, zerfallen bei der Verwitternng in kugliche oder knollige Massen. Den Uebergang zu dieser Structur bilden die krummen Absonderungsflächen der Säulen, deren Kanten sich ebenfalls abschleifen und so mehr oder minder vollständige Kugeln darstellen. Die verwitternden Flächen lösen sich dann häufig schalenförmig von dem Kerne der Kugel los. §. 160.

6. Die flaserige Structnr.

In vielen Gesteinen liegen die einzelnen Elemente nach gewissen Parallellinien abgelagert, die ihnen fast das Ansehen geben, als seien sie aus einzelnen zusammengeleimten Faden oder Fasern zusammengesetzt. Die einzelnen Elemente sind dann in der Richtung der Fasern gestreckt und in die Länge gezogen, und sehr häufig kann man nach- §. 161

weisen, dass diese Structur davon abhängt, dass die Gesteinsmasse in zähem Zustande, während sie allmälig erkaltete, nach einer bestimmten Richtung hinfloss, oder auch, dass sie durch die nachträgliche Entwickelung flächig spaltbarer Mineralien wie z. B. Glimmer oder Talk, im Inneren der Masse erzeugt wurde. Gewöhnlich steht mit dieser flaserigen Structur eine Spaltbarkeit im Zusammenhange, welche parallele Blätter absondert, die dann eine gewisse Aehnlichkeit mit Schichten oder Schieferblättern haben, und in der That geht sie auch allmälig in die eine oder andere dieser Structuren über. Manche Gneisse und Laven zeigen diese Structur sehr deutlich.

7. Die Platten-Structur.

§. 162. Die Gesteine sind in mehr oder minder parallele Platten gespalten, welche durch Zusammenziehung der Masse, nicht durch successive Aufeinanderlagerung entstanden. Man sieht zuweilen Lavaströme, deren Entstehung in geschichtlicher Zeit man kennt, auf diese Weise in grössere oder kleinere Platten gespalten. Manchmal ist diese Spaltung schwer von wirklicher Schichtung zu unterscheiden. Es scheint diese Structur eine weitere Ausbildung der flaserigen Structur zu sein.

8. Die unbestimmte Structur.

§. 163. Die Spaltflächen haben bei den Felsarten, welche zu dieser Gruppe gehören, von welcher der Granit und der compacte Kalkstein den Typus bilden, durchaus nichts Regelmässiges; — sie kreuzen sich unter allen möglichen Winkeln, und die Stücke, welche aus der Zertrümmerung hervorgehen, zeigen durchaus keine bestimmbare Gestalt.

II. Aggregationsstructuren der Felsarten.

1. Krystallinische Structur.

§. 164. Das ganze Gestein besteht aus einer Ansammlung von Krystallen verschiedener Substanzen, die sich wechselseitig durchdringen. Der Typus dieser Structur ist der Granit, ein Gemenge aus drei verschiedenen Substanzen: Quarz, Feldspath und Glimmer. Alle diese verschiedenen Mineralien sind regellos mit einander verbunden und der eine Gemengtheil häufig in seiner Entwickelung durch einen anderen gestört. Man nennt solche Gesteine auch **körnige Gesteine**, und unterscheidet je nach der Ausbildung der einzelnen Krystalle grobkörnige und feinkörnige Gesteine. Im Allgemeinen kann man hinsichtlich der Entstehung solcher Gesteine behaupten, dass derjenige Be-

standtheil, welcher am vollkommensten krystallisirt ist und seine Flächen ungestört ausgebildet hat, früher vorhanden war, als derjenige, dessen Krystalle in ihrer Entwickelung gestört wurden. Häufig bemerkt man auch, dass der eine Bestandtheil sich erst um die vorher bestandenen Krystalle des anderen Gemengtheiles herumgebildet und den Abdruck der Flächen desselben in sich aufgenommen hat — ja man kann Beispiele beobachten, dass Krystalle des einen Gemengtheiles zerbrochen nnd die Risse mit dem anderen Gemengtheil ausgefüllt sind, in welchem Falle dann über die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Gemengtheile im Innern der Masse krystallisirten, kein Zweifel mehr aufkommen kann.

Zuweilen erscheint die Masse dieser krystallinischen Gesteine in sofern homogen und dicht, als die einzelnen Krystalle alle eine ziemlich gleiche Grösse besitzen nnd den Raum gleichmässig erfüllen; — in anderen Fällen zeigen sich in der Masse mehr oder minder grosse Blasenräume, welche dann meistens durch stärker entwickelte Krystalle, die theils der Grundsubstanz, theils aber auch accessorischen Bestandtheilen angehören, ausgefüllt sind. So können solche Gesteine eine durchgreifend poröse oder zellige Structur erhalten, wie dies namentlich z. B. bei dem sogenannten zuckerartigen Dolomit der Fall ist. Bei der Verwitterung zerfallen die krystallinischen Gesteine in ihre einzelnen Elemente, indem im Durchschnitt als Regel gilt, dass die Krystalle den chemischen und atmosphärischen Agentien besser widerstehen, als die mehr amorphe Grundmasse. So entsteht denn aus den verwitterten krystallinischen Gesteinen gewöhnlich Sand, der nur aus eckigen Fragmenten besteht, und theils die ursprünglichen Krystalle, theils diese Krystalle mehr oder minder zertrümmert enthält.

2. Die Porphyrstructur.

In einer scheinbar amorphen gleichförmigen Grundmasse liegen einzelne Krystalle zerstreut. Diese Krystalle können mehr oder minder entwickelt sein, sie zeigen aber fast immer scharfe Winkel und Flächen und stechen an Grösse bedeutend hervor. Die Grundmasse selbst ist wohl niemals vollkommen gleichförmig und homogen, sondern stets aus Krystallen oder krystallinischen Körnern gebildet, die nur so klein sind, dass sie sich meist mit schwach bewaffnetem Auge nicht erkennen lassen. Bei den ganz reinen Porphyren lässt sich auch bei stärkeren Vergrösserungen keine krystallinische Structur der Grundmasse erkennen. Bei den meisten erscheint dieselbe aber mehr oder minder körnig, ohne dass diese Körner, welche unentwickelte Kryställchen darstellen, sich deutlich trennen liessen. Bei stärkerer Entwickelnng dieser Krystallisation gehen die Porphyrgesteine allmälig durch die sogenannten porphyrartigen Modificationen in die krystallinischen Ge- §. 165.

steine über. In den reinen Porphyren sind die einzelnen Krystalle, welche in der homogenen Grundmasse zerstreut liegen, gewöhnlich Krystalle derselben Mineralspecies, die sich auch in der Grundmasse finden und die nun stärker entwickelt sind; oft aber kommt es auch vor, dass verschiedene Arten von Krystallen in dieser Weise eingesprengt sind. Gewöhnlich werden die Krystalle dicht von der Grundmasse umschlossen, in welcher sie einen Eindruck hinterlassen, in anderen Fällen aber bilden sich leere Räume, so dass nach dieser Seite hin die Porphyrstructur in die folgende übergeht.

3. Die Schlackenstructnr.

§. 166. Man nennt solche Gesteine auch **blasige Gesteine** — sie sind meistens aus feurigem Flusse hervorgegangen. Alle Gesteine dieser Art haben eine amorphe oder flaserig gestreckte Grundmasse, in welcher Blasenräume ausgebildet sind, die gewöhnlich in der Richtung des Flusses der Masse verschoben und verzogen erscheinen. Hinsichtlich der Porosität finden sich selbst die mannigfaltigsten Bildungsstufen von fast vollständig compactem Gesteine bis zur vollkommen porösen Masse, wie der Bimstein und die vulcanische Asche. Nicht zu verwechseln sind solche blasige Gesteine mit porösen Felsarten, bei welchen die einzelnen Bestandtheile nicht vollkommen dicht an einander gelagert sind, sondern unregelmässige Zwischenräume lassen, die häufig durch die Wegführung primitiv vorhandener Substanzen entstanden sind.

4. Die Mandelstructur.

§. 167. In einer homogenen, gleichförmigen oder feinkörnigen Grundmasse sind rundliche oder eiförmige, mit Kernen gefüllte Blasenräume zerstreut, die dem Gesteine etwa das Ansehen eines Rosinenkuchens geben. Gewöhnlich haben diese Kerne eine etwas platte Gestalt, weshalb man sie eben mit Mandeln verglichen hat, und in den meisten Fällen ist ihre Peripherie mit der Grundmasse so verschmolzen, dass sie schwierig davon zu trennen sind. Der Unterschied von der Porphyrstructur besteht wesentlich darin, dass die in der Grundmasse zerstreuten Körner hier rundlich, bei den Porphyren dagegen krystallinisch sind. Es finden sich freilich auch hier Uebergänge, da einerseits die Körper der Mandelsgesteine im Inneren wieder mit Krystallen angefüllt sind, oder andererseits die Krystalle der Porphyre sich abgerundet haben und keine scharfen Ecken mehr zeigen, so dass man zuweilen Gesteine trifft, welche an einem Orte Porphyre sind und in ihrer weiteren Erstreckung in Mandelsgesteine umsetzen. Die wahren Mandelsgesteine gehen stets aus ursprünglich blasigen Gesteinen

hervor, deren leere Räume sich durch allmälich eingesickerte Substanzen, die häufig aus der Zersetzung und Verwitterung des blasigen Gesteines selbst hervorgegangen sind, nach und nach ausgefüllt haben. Die Mandeln selbst zeigen häufig eine dieser Entstehung entsprechende Structur, z. B. concentrische Lagen, die an einem bestimmten Infiltrationspunkt zusammenlaufen, Krystalle, welche an der Wand der ursprünglichen Höhlung festsitzen und mit ihren Spitzen gegen den noch leeren Mittelpunkt gerichtet sind u. s. w. Im letzteren Falle nennt man sie gewöhnlich Geoden, und die Structur dieser Geoden stellt sich meistens in der Art dar, dass aussen herum concentrische Lagen sich zeigen und im Inneren die Krystalle oder die Blätter der eingedrungenen Mineralsubstanz nach einem gewissen Punkte hingerichtet sind, der der Infiltrationspunkt genannt wird, und von welchem aus die mineralische Substanz, welche krystallisirte, den ursprünglichen Blasenraum erfüllt zu haben scheint.

5. Die Oolithstructur.

Das Gestein besteht fast gänzlich aus kleinen kugelförmigen Körnern, die man mit Fischrogen oder Caviar verglichen hat und die durch sehr wenige Grundmasse zu einem festen Gesteine zusammengebacken sind. Die Grundmasse erscheint gewöhnlich im Verhältniss zu den Körnchen sehr gering, so dass diese sich gegenseitig berühren und nur die Zwischenräume der Kügelchen durch die Grundmasse ausgefüllt sind. Gewöhnlich erscheinen die Kügelchen compact, gleichförmig in ihrem Inneren, oder auch aus concentrischen Schalen zusammengesetzt, und in den gewöhnlichen Oolithen, die namentlich im Jura in grosser Ausdehnung vorkommen, übersteigt ihre Grösse wohl selten die eines starken Schrotes. Man hat unter dem Namen Pisolithe oder Erbsensteine Gesteine unterscheiden wollen, in welchen die einzelnen Kügelchen die Grösse einer Erbse oder selbst Bohne erlangen. Es finden sich indess in der Grösse der Körnchen die manigfaltigsten Uebergänge, und die Erbsensteine wieder bieten Uebergänge zu Gesteinen dar, welche aus noch grösseren kugeligen Massen zusammengesetzt sind, und deren Structur man deshalb unter dem Namen der sphäroidischen unterscheiden wollte. Während die Oolithe hauptsächlich in Sedimentablagerungen und namentlich bei Kalksteinen vorkommen, sehen wir die sphäroidische Structur mehr bei krystallinischen Gesteinen entwickelt. So sieht man an vielen Basalten, Grünsteinen, Porphyren und Graniten diese Kugelstructur, wodurch das Gestein in sphäroidische Massen zerfällt, deren Durchmesser von einem halben Zoll bis zu mehreren Fussen wechselt, in demselben Gesteine aber meistens eine annähernd gleiche Grösse beibehält. Der Kugeldiorit von Corsica, der Kugelbasalt von Bertrich, der Kugelgranit vom §. 168.

Kynast bei Warmbrunn in Schlesien bieten Beispiele solcher sphäroidischer Structur dar, die allgemein bekannt sind. Unter dem Namen Varioliten hat man besonders diejenigen Gesteine bezeichnet, bei welchen die sphäroidischen Absonderungen mit der Grundmasse so zusammengeflossen sind, dass es schwer hält, eine Grenze zu ziehen.

6. Die gebänderte Structur.

§. 169. In den Gesteinen, welche diese Structur bieten, sieht man Bänder von verschiedener Farbe meist parallel untereinander geordnet, deren Grenzen nicht durch Absonderungsflächen von einander getrennt sind, sondern mit einander verschwimmen, so dass die Grundmasse des Gesteines dennoch homogen erscheint. Manchmal werden diese Grenzen deutlicher, die einzelnen Lagen schärfer von einander getrennt und die Grundmasse dann mehr oder minder krystallinisch, so dass diese Bänderstructur, welche in den Agathen am meisten ausgebildet ist, nach und nach in die flaserige Structur des Gneises übergehen kann. In anderen Fällen laufen die Streifen von verschiedener Farbe nicht parallel, sondern kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln, so dass compactere Kerne zu existiren scheinen, um welche die Bänderstreifen herumgehen, und von denen nach allen Richtungen Fortsätze ausgesendet werden, die gleichsam ein Netz bilden, dessen Maschen durch Substanzen verschiedener Farbe ausgefüllt sind. Der gewöhnliche oder falsche Marmor bietet das beste Beispiel einer solchen durchflochtenen Structur dar, die dann manchmal sich in der Weise ausbildet, dass die Kerne wirklich sich absondern und aus anderer Masse bestehen, als die Bänder, welche sich zwischen ihnen durchziehen. So findet man namentlich in den Uebergangsformationen viele Gesteine, wo zwischen mannigfaltig hin- und hergewundenen Blättern schieferartiger Gesteine Wülste oder Trümmer von Kalk oder Kiesel liegen, welche die Ausfüllung der Netzmaschen darstellen.

7. Die Sandsteinstructur.

§. 170. Körner von mehr oder minder bedeutender Grösse sind durch eine davon geschiedene Grundmasse zusammen zu einem Ganzen verklebt. Hier können sich die verschiedensten Verhältnisse zusammenfinden; immer aber bleibt der Hauptcharakter, dass die Körner vorher lose existirten, und dass sie später erst durch eine verbindende Masse, einen förmlichen Mörtel, zu einem Ganzen zusammengebacken wurden. Bei grossen, mehr oder minder runden Körnern nennt man diese Gesteine Puddinge, ein Name, dessen malerische Richtigkeit nicht in Abrede zu stellen ist. Es giebt Puddinge oder Conglomerate, wo die eingebackenen runden Körner bis zu einem Meter und mehr Durchmesser

haben; andere, wo die Körner nur so gross wie Hanfkörner sind; bei einigen ist die Bindemasse krystallinisch, bei anderen mehr homogen. Sind die eingebackenen Stücke eckig, so heissen die Gesteine Breccien; endlich, wenn die Körner förmliche Sandkörner sind, fast alle von gleicher Grösse, so heissen die Gesteine Sandsteine. Es finden sich alle möglichen Uebergänge von den feinkörnigsten Sandsteinen zu den gröbsten Conglomeraten und von dem losesten Sande bis zu dem festesten Sandsteine, und diese letzteren Uebergänge sind einzig und allein in der Festigkeit der Bindemasse begründet; diese ist bald sehr weich, incohärent und leicht verwitternd, in anderen Fällen wieder sehr hart und fest. Jedenfalls bleibt der eigenthümliche Charakter der Sandsteine darin begründet, dass, wie auch Körner und Bindemassen sich verhalten mögen, erstere vorher lose waren und erst später durch die Bindemasse zu einem Ganzen vereinigt wurden. Als eine eigenthümliche Abart dieser Gesteine kann man die vulcanischen Tuffe betrachten, Auswurfsproducte verschiedener Art, besonders Aschen, welche später verkittet wurden.

8. Die Mergelstructur.

Alle Felsarten, welche eine durchaus gleichförmige Masse darbieten und mit Wasser gemengt einen knetbaren Teig bilden, gehören in diese Gruppe. Diese Gesteine oder Erdarten enthalten meist viel Thonerde in ihrer Zusammensetzung, und gerade dieser Gehalt an Thonerde ist es, der ihnen die Fähigkeit verleiht, einen knetbaren Teig zu bilden. §. 171.

Specielle Beschreibung der Felsarten.

1. Granitische Gesteine.

Der Granit besteht aus drei verschiedenen, meist deutlich von einander getrennten Mineralien, deren Reihe nach der Menge geordnet in folgender Weise sich stellt: Feldspath, Quarz und Glimmer. Der Feldspath bildet in gewöhnlichen Graniten mehr als die Hälfte der ganzen Masse. Der Quarz ist als Grundmasse zwischen den Feldspathkrystallen ausgebildet, und der Glimmer, obgleich er meist nur in geringer Menge darin vorkommt und namentlich dem Gewichte nach sehr wenig ausmacht, fällt dennoch meist sogleich beim ersten Blicke auf, weil er in sehr dünnen, glänzenden und schimmernden Blättchen abgelagert ist. §. 172.

Der Feldspath findet sich in dem Granite krystallisirt als gewöhnlicher Kalifeldspath oder Orthoklas. Zuweilen kommt auch Albit oder

häufiger Oligoklas vor, und manchmal finden sich diese verschiedenen Varietäten des Feldspathes zusammen in demselben Granite und in der Weise mit einander combinirt vor, dass die Orthoklaskrystalle von dem anderen Feldspathe wie von einer dünnen Schale eingehüllt sind. Die Grösse der Körner und Krystalle des Feldspaths ist sehr verschieden; im gewöhnlichen Granite übersteigt sie selten einen Centimeter, während im grobkörnigen Granite die Dimension ungemein anwachsen kann. Es findet sich dann gewöhnlich, wie am St. Gotthard, die durchsichtige, glasglänzende Varietät des Orthoklases die unter dem Namen Adular bekannt ist. In entgegengesetzter Richtung werden die Körner und Krystalle oft so klein, dass die Feldspathmasse fast gleichförmig erscheint und der Granit dann eine porphyrartige Structur erhält. Gewöhnlich scheiden sich dann aus dieser Grundmasse einzelne grössere Orthoklaskrystalle aus, welche dann meistens Zwillingskrystalle darstellen und ohne Regel in der Grundmasse zerstreut liegen. Solche porphyrartige Granite werden zuweilen porös und zeigen dann Drusen, auf deren Wänden der Feldspath, der Quarz und manche zufällige Bestandtheile des Granites in schönen Krystallen ausgebildet sind. Die Farbe des Granites im Ganzen hängt von der Färbung des Feldspathes ab, die selbst wieder durch Beimengung kleiner Quantitäten verschiedener Metalloxyde bedingt ist. Gewöhnlich ist diese Farbe mattweiss, bald mehr ins Grauliche und Schwärzliche, bald mehr ins Röthliche spielend, und namentlich letztere Farbe ist besonders zu Bauten vorzugsweise gesucht. Nur selten kommen Granite mit blaulichem, gelblichem, grünem oder ziegelrothem Feldspathe vor.

Der Quarz ist meistens weiss, selten gelblich, graulich, bläulich, röthlich oder grünlich, und aus mehr oder minder dicken krystallinischen Körnern zusammengeballt, die durch ihren muscheligen Bruch, ihren Fettglanz und ihre völlige Unschmelzbarkeit sich gewöhnlich ziemlich leicht von dem mehr krystallinischen Feldspathe unterscheiden lassen. Im Allgemeinen erscheint der Quarz als derjenige Bestandtheil, welcher sich in dem Granite zuletzt ausgeschieden hat, und der deshalb in mehr ungestalteten Massen die anderen Bestandtheile umschliesst; doch giebt es auch grobkörnige Granite, wo die Quarzkrystalle bisweilen zu einer bedeutenden Grösse anwachsen.

Der Glimmer kommt gewiss in zwei verschiedenen Formen, als eigentlicher Kaliglimmer (Muscovit) und als Magnesiaglimmer (Biotit) vor und bildet gewöhnlich kleine Blättchen oder Schuppen, die in den grobkörnigen Graniten oft zu bedeutenden Platten anwachsen. Die Farbe des Glimmers ist äusserst verschieden, gewöhnlich zwar mattweiss, oft aber auch grünlich, gelblich, bräunlich oder schwärzlich und in den letzteren Fällen bieten dann die einzelnen Glimmerblättchen oft einen schönen Contrast gegen die heller gefärbte Grundmasse

dar. Nur Ausnahmsweise findet sich weisser oder rother Lithionglimmer (Lepidolith) an einigen Fundorten.

Aller Granit enthält eine gewisse Quantität ($^1/_2$ bis 1 Procent) Wasser, welches selbst durch lang anhaltende Kochhitze nicht ausgetrieben werden kann, sondern nach Mohr in den Poren des Quarzes und Feldspathes eingeschlossen ist und erst bei starker Glühhitze entweicht. Der Kieselerdegehalt schwankt zwischen 68 und 74 Procent, die hauptsächlichsten Basen sind Thonerde, Kalk, Kali, Natron und Eisen. §. 173.

Die in den Granit eingesprengten Mineralien sind äusserst mannigfaltig und erscheinen bald als mehr accessorische Bestandtheile, bald auch in solcher Weise, dass sie den einen oder den anderen Bestandtheil des Granites mehr oder minder verdrängen und dadurch Uebergänge zu anderen Felsarten herbeiführen. So kommt sehr häufig Talk vor, welcher den Glimmer ganz oder theilweise ersetzt; — und in anderen Fällen übernimmt Hornblende oder Chlorit diese Rolle. Als mehr eingesprengte Mineralien sind besonders Granat, Turmalin, Schörl, Graphit, Hornblende, Topas, Magnetcisen und Zinnerz zu nennen. Einzelne Granite, wie z. B. der vom St. Gotthard oder von Norwegen, bieten in ihren Spalten, Gängen und Nestern eine wahre Fundgrube mannigfaltiger und zuweilen sehr seltener Mineralien dar. §. 174.

Der Widerstand der Granite gegen die äusseren atmosphärischen Einflüsse ist ausserordentlich verschieden und der Grund dieser Verschiedenheit noch nicht genügend aufgeklärt, obgleich man im Allgemeinen annehmen kann, dass grobkörnige Granite viel leichter verwittern als feinkörnige. Namentlich verwittern grobkörnige Granite, die als Findlingsblöcke in der Erde liegen, leicht durch den Einfluss der Sickerwasser. Von der Verwitterbarkeit an der Luft hängt hauptsächlich die Benutzung des Granites als Baumaterial ab, als welches die festen grauen oder rosenfarbenen Granite, die eine schöne Politur annehmen, am meisten gesucht sind. Die schwierige Bearbeitung des Gesteines macht indessen denselben verhältnissmässig sehr theuer.

Der Granit bildet bedeutende Strecken auf der Erdoberfläche und zeigt sich dann meist in Form wellenförmiger Hügel oder mittelhoher Berge, deren Abhänge gewöhnlich durch die Verwitterung sanfter erscheinen, als sie ursprünglich waren. In vielen Gegenden erscheint der Granit so compact, dass es möglich ist, Stücke von jeglicher Grösse daraus zu gewinnen. In den meisten Fällen aber lässt er, trotz dieser Gleichförmigkeit seiner inneren Masse, eine gewisse schalige Structur erkennen, die von einer wirklichen Schichtung sich nur in sofern verschieden zeigt, als die aufeinander gelagerten Bänke im Grossen wellen- §. 175.

förmig gebogen erscheinen. Man hat den Granit, der solche Schichten-Absonderungen zeigt, auch zur Unterscheidung von dem massiven, übrigens nur sehr selten vorkommenden Granite, Gneissgranit genannt. Diese Schalenstructur ist namentlich an den Graniten der scandinavischen Halbinsel auffallend entwickelt, sie kommt indessen auch in Cornwallis, im Odenwalde und an manchen Orten der Centralalpen vor. Die Granitberge erscheinen dann als gewaltige Ellipsoiden und die äussersten Schichten sind oft zertrümmert und zersprengt durch die Verwitterung. Schreitet diese weiter vor, so zerfallen die Schalen bis in eine gewisse Tiefe in einen lockeren Grus oder Sand, während einzelne festere Stücke der Schalen übrig bleiben und als gewaltige Blöcke theils in dem Gruse liegen, theils über denselben hervorragen. An solchen Stellen nun, wo der Grus durch das Wasser weggeführt wird, bleiben dann die härteren Stücke der Ellipsoidschalen liegen und bilden auf diese Weise die sogenannten Felsenmeere oder Teufelsmühlen. Der Cheeswring bei Liskeard in Cornwallis (Fig. 59) bietet ein ausgezeichnetes Beispiel einer solchen

Fig. 59.



Der Cheeswring bei Liskeard in Cornwallis.

Verwitterung dar, bei welcher die umgebenden Partien weggeführt und eine Reihe von Schalenstücken senkrecht auf einander gethürmt übrig geblieben sind.

Ausser dieser schalenförmigen Absonderung im Grossen sieht man, wie schon früher bemerkt, bei dem Granit auch kugelförmige Absonderungen, wo dann die einzelnen härteren sphäroidischen Massen oder Kerne an den verwitternden Wänden wie Kanonenkugeln hervorstehen. In anderen doch nur sehr seltenen Fällen sieht man säulenförmige oder plattenförmige Absonderungen, doch kommen diese hauptsächlich nur an solchen Orten vor, wo der Granit in dünnen Gängen zwischen grösseren Massen eingelagert ist. Die kühnen Bergformen mit hohen spitzen Nadeln und tief eingerissenen Schluchten, welche besonders in den Alpen und Pyrenäen vorkommen, sind weniger dem Granite, als vielmehr vorzugsweise den gneissartigen Gesteinen zuzuschreiben, welche tafelförmige oder schiefrige Absonderungsflächen zeigen. §. 176.

Bei genauerer Betrachtung des Granites und derjenigen Gesteine, welche mit ihm in nächster Verwandtschaft stehen, fällt namentlich ein Umstand auf, dessen wir schon oben erwähnten und dessen genauere Betrachtung von der grössten Wichtigkeit für die Ansicht ist, welche man sich über die Entstehung des Granites überhaupt machen kann. Im Allgemeinen steht fest, dass, wenn man eine Zeitfolge der Krystallisation festsetzen will, diese etwa folgende Reihe bieten würde: Feldspath, Glimmer, Quarz; so dass demnach der Quarz derjenige Bestandtheil wäre, welcher am letzten in den Granit eingeführt worden wäre und den von den anderen Krystallen unerfüllten Raum in Besitz genommen hätte. In Beziehung auf viele eingesprengte Mineralien findet dieselbe Reihenfolge statt, und man findet viele grobkörnige Granite, in welchen grosse Krystalle von Turmalin oder Schörl von körnigem Quarz so umgeben sind, dass sie überall ihre Eindrücke in demselben hinterlassen haben, ja man findet sogar nicht selten Handstücke, in welchen zerbrochene Turmalinkrystalle durch Quarz wieder zusammengeleimt sind, der in alle Bruchecken und Spältchen des Krystalles eindrang. In welcher Beziehung diese Thatsachen zu der Ansicht stehen, welche man sich über die Granitbildung machen kann, werden wir erst später auseinandersetzen können. §. 177.

Sobald der Granit ein schiefriges oder auch nur gebändertes Ansehen annimmt, so erhält er den Namen Gneiss. Man kann wohl sagen, dass in dem Gneisse der Glimmer meist mehr hervortritt, als in dem Granite; dies mag aber zum grossen Theil auch auf dem Umstande beruhen, dass die Glimmerblättchen meist in einer bestimmten Ebene gelagert und in der Masse des Gesteins nach parallelen Linien §. 178.

geordnet sind, so dass sie auf dem Bruche mehr hervortreten. Vielleicht ist auch im Allgemeinen das Korn des Gneisses feiner, als dasjenige des Granites; — im Uebrigen aber ist die Zusammensetzung in mineralogischer Hinsicht durchaus die nämliche und an kleineren Handstücken, wo die parallele Spaltbarkeit oder die gebänderte Structur nicht hervortritt, der Gneiss vom Granite gar nicht zu unterscheiden. Deshalb gehen auch die Varietäten und Uebergänge beider Felsarten, die man auch als Gneissgranite bezeichnet hat, Hand in Hand, und man findet stets diese oder jene Abart des Granites auch in dem Gneisse entwickelt. Oft auch ist es durchaus unmöglich, einen Unterschied zwischen den grossen Trennungslinien des Granites und dem schiefrig werdenden Gneisse zu finden, und die Grenze zu bestimmen, wo der eine anfängt, der andere aufhört. In anderen Fällen ist dies wiederum leicht, und es kommt nicht selten vor, dass Granitgänge in Gneiss eingesprengt sind, die mit vollkommen abgesetzten Rändern einander berühren und leicht durch ihre verschiedene Textur von einander unterschieden werden können.

Die Absonderungsflächen des Gneisses sind zuweilen stengelig, so dass er sich förmlich in einzelne Lappen spalten lässt, meistens aber sind sie rein schiefrig, wobei dann der Glimmer so überhand nimmt, dass eine Grenzlinie zwischen den Glimmerschiefern und dem Gneisse wirklich nicht zu stecken ist. Die eingesprengten Mineralien sind dieselben wie in dem Granite, nur kommen sie im Verhältniss noch häufiger vor und ebenso häufig finden sich die Uebergänge aus dem Gneisse in andere Gesteine durch allmäliges Wegfallen oder Verdrängen des einen oder anderen Bestandtheiles. Die Gestalten der Gneissgebirge sind gewöhnlich zackig, mehr oder minder rauh, mit spitzen Nadeln und seltsamen Kämmen, was dadurch hervorgebracht wird, dass durch die Verwitterung einzelne Platten des Gesteines stärker angegriffen werden als andere. Besonders der Erwähnung werth ist noch der Umstand, dass in einzelnen Fällen in dem Gneisse Fragmente von anderen Gesteinen und sogar Rollsteine gefunden worden sind, aus welchen hervorzugehen scheint, dass an vielen Stellen der Gneiss nicht ursprünglich existirte, sondern aus der Metamorphose anderweitiger Sedimentablagerungen hervorgegangen ist. An einigen Stellen scheinen sogar Anzeichen vorhanden, dass in solchem schiefrigen Gneisse Versteinerungen vorhanden waren, und es wird dadurch die Ansicht mehr und mehr wahrscheinlich, wonach grosse Massen ächten Gneisses und selbst Granites wirklich als eine metamorphische Steinart zu betrachten sind.

§. 179. Die Uebergänge der granitischen Gesteine in andere Massen sind äusserst zahlreich und nach verschiedenen Richtungen ausgebildet, indem einerseits gewisse Bestandtheile durch andere ersetzt werden, andererseits Bestandtheile gänzlich nach und nach verloren gehen, wo-

durch dann das Gemenge ein einfacheres wird. Eine sehr häufige Degradation des Granites besteht darin, dass zuerst der Glimmer und dann auch nach und nach der Quarz zu Grunde geht, so dass bei der letzten Stufe dieser Degradation das Gestein einzig nur noch aus Feldspath gebildet ist. Der Weissstein (Leptinit, Felsit, Granulit, körniger Feldspath) besteht aus einer weisslichen oder gelblichen, zuweilen auch röthlichen Masse, die bei den ausgezeichnetsten Varietäten gleichförmig körnig ist und einen muscheligen Bruch zeigt. Die Zusammensetzung aus blossem Feldspath in der beschriebenen Art ist indess ziemlich selten, und meistens findet sich in der Masse noch Quarz, der sehr dünne Lamellen bildet, die krystallähnlich glänzen und gewöhnlich in horizontalen Lagen vertheilt sind. Nimmt der Quarz etwas mehr zu, so werden diese Lager der Lamellen immer deutlicher, und endlich entwickelt sich daraus eine so deutlich schiefrige Structur, dass manche Forscher den Weissstein als ein deutlich geschichtetes Gestein bezeichnen. Mit dem Quarze zu gleicher Zeit entwickeln sich zuweilen rothe Granaten, die indess meist nur klein bleiben, oft aber so reichlich in dem Gesteine eingesprengt sind, dass man dieses als einen Porphyr mit Granatkrystallen bezeichnen könnte. Das bis zu diesem Punkte ausgebildete Gestein, welches gewöhnlich sehr erzreich ist und namentlich in Sachsen sich entwickelt zeigt, wird dann auch mit dem Namen Granulit bezeichnet. Durch Aufnahme von Glimmer geht es begreiflicher Weise leicht in Gneiss über.

In anderen Fällen nimmt bei dem Verluste des Glimmers in den granitischen Gesteinen der Quarz etwas mehr zu, so dass ein compactes feinkörniges Gestein gebildet wird, welches unter dem Löthrohre zu einem weissen matten Glase schmilzt, und das man deshalb Eurit genannt hat. Die Grenze zwischen diesem Gesteine und dem Granite einerseits, wie dem Weisssteine andererseits, ist äusserst schwer zu ziehen.

Durch die Vergrösserung der einzelnen Elemente unterscheiden §. 180.
sich die grobkörnigen Granite wesentlich von den gewöhnlichen Graniten, indem die Vergrösserung einzelner Bestandtheile fast gar keine Grenzen zu haben scheint. Die Quarzkrystalle in solchen Graniten werden nicht nur zolllang, sondern zuweilen selbst centnerschwer; der Feldspath in seiner Vergrösserung erreicht ganz unglaubliche Dimensionen, so zwar, dass ein Steinbruch bei Miask in einem einzigen Feldspathkrystall angelegt ist. Der Glimmer dehnt sich oft zu fusslangen und bedeutend dicken Tafeln aus, wie dies die bekannten Glimmerscheiben aus den sibirischen Graniten beweisen. Im Allgemeinen scheint in diesen grobkörnigen Graniten, worin aber meist nur ein Bestandtheil vorzugsweise auf Kosten der übrigen entwickelt ist, der Feldspath in einem abweichenden Verhältniss sich zu befinden;

er hat wenigstens meistens ein weit glänzenderes Aussehen, als in den gewöhnlichen Graniten und Gneissen. Man kann verschiedene Unterarten dieses grobkörnigen Granites unterscheiden, je nach der Anordnung der Bestandtheile oder dem Aggregationszustande und dem quantitativen Verhältnisse, in welchem sie sich befinden.

§. 181. In dem Schriftgranit (Pegmatit), Aplit oder Judenstein, verschwindet der Glimmer durchaus oder erscheint nur in einzelnen Klumpen abgelagert. Der Judenstein selbst bildet stets nur untergeordnete Partien, Gänge und Nester, die in grobkörnigen Graniten oder Gneissen entwickelt sind und sich durch die eigenthümliche Anordnung des Feldspathes und des Quarzes auszeichnen. Die Grundmasse des Gesteines ist bald homogen, bald aus Feldspathlamellen zusammengesetzt, welche parallel mit einander gelagert sind. In dieser Masse bildet nun der Feldspath grosse Krystalle, die aber in ihrem Inneren nicht aus Feldspath, sondern aus Quarz bestehen, der zwar stengelig krystallisirt ist, dessen einzelne Krystalle aber stets verzerrt, verkrüppelt und durch gestreifte parallele Zusammensetzungsflächen begrenzt sind. Da die Quarzlamellen die Spaltungsflächen der Feldspathe unter bestimmten Winkeln schneiden, so heben sich Quarz und Feldspathkrystalle auf dem Bruche in Form seltsam schraffirter Figuren hervor, die einigermaassen an hebräische Schrift erinnern. Der Pegmatit enthält gewöhnlich sehr viele Mineralien eingesprengt; die Farbe seines Feldspathes ist meist weisslich, gelb oder braun, die des Quarzes grau, so dass sich die von beiden gebildeten Figuren oft schroff gegen einander abheben. In neuster Zeit hat man unter dem Namen Pegmatit eine Varietät der Granite unterschieden, in welchen silberweisser Glimmer in grossen Tafeln ausgebildet ist. Meist finden sich darin Turmaline und andere oft in Drusen krystallisirte Mineralien.

Der Rappakivi ist ein grobkörniger Granit aus Finnland, in welchem brauner Orthoklas in runden Körnern von einer Hülle von grünlichem Oligoklas rindenartig umgeben sind. Die Grundmasse ist meistens ziemlich verwittert und das Gestein dadurch wenig haltbar.

§. 182. Unter gewissen Umständen zersetzen sich manche Granite, Weisssteine und auch Porphyre in eine weissliche, ins Rothe, Gelbe oder Grüne spielende Thonmasse, die matt, zerreiblich und abfärbend ist, sich mager anfühlt, an der Zunge klebt, sich nur schwer mit Wasser zu einem Teige kneten lässt und fast unschmelzbar ist. Diese Masse ist Kaolin oder Porcellanthon, der erdige Feldspath. Der Feldspath des Granites hat sich hier unter dem Einflusse der atmosphärischen Agentien so umgewandelt, dass ein leicht lösliches Kalisilicat gebildet wurde, welches weggeführt ist, und ein wasserhaltiges Silicat von Thonerde mit Ueberschuss von Kieselerde zurückbleibt, welches in heftiger Hitze sich halb verglast und so das Porcellan darstellt.

Der Kaolin findet sich stets an der Aussenseite gewisser Granit- und Porphyr-Ablagerungen und seine Lager zeigen oft eine bedeutende Mächtigkeit, indem die Verwitterung, welche ihn bildete, sich weit in die Tiefe fortgesetzt hat. Als Hinweisung auf die Gesteine, aus welchen er entstand, findet sich immer Quarz und Glimmer dem Kaolin lose beigemengt. Die reichsten Lagerstätten guten, zur Verfertigung des Porcellans tauglichen Kaolins finden sich bei Meissen, Altenburg und Schneeberg in Sachsen, in der Nähe von St. Gricix bei Limoges in Frankreich, bei Karlsbad in Böhmen, bei St. Stephans und St. Austel in Cornwallis.

Bei den gewöhnlichen Degradationen der Granite behalten die feldspathigen Bestandtheile das Uebergewicht. Es giebt indessen auch Fälle, in welchen gerade der Feldspath zurücktritt und statt seiner der Quarz das Uebergewicht erhält und die Grundmasse bildet, in welcher die übrigen Bestandtheile des Gesteines eingelagert sind. Es wird auf diese Weise oft zweifelhaft, ob man das Gestein zu den granitischen oder vielmehr zu den Quarzgesteinen zählen müsse, da der Hauptbestandtheil Quarz ist; indessen dürfte es am besten sein, diese Gesteine den Graniten anzureihen, da sie mit diesen gleichen Ursprung haben, und als Quarzgesteine nur diejenigen zu bezeichnen, welche aus sedimentärer Ablagerung hervorgegangen sind. Eine Degradation in diesem Sinne bildet der **Greisen** oder **Hyalomicte**, ein meist hellgraues, grobkörniges Gestein, welches vorzüglich aus grobkörnigem Quarze besteht, in welchen wenig gelber oder grüngelber Glimmer eingesprengt ist. Der Greisen ist zuweilen durchaus massiv, zuweilen gebändert oder schiefrig, und im Erzgebirge bei Altenberg, in Zinnwald, bei Schlackenwalde in Böhmen und in Cornwallis entwickelt, wo er meistens reich an Zinnerz ist. Durch Aufnahme von Feldspath geht er allmälig in Granit über. §. 183

Der **Schörlfels** (Hyalotourmalite, Schörlquazit, Turmalinschiefer, *Shorl-rock* der Engländer) ist ein den Greisen nahestehendes Gestein, welches besonders in Sachsen und Cornwallis bekannt ist und sehr reich an Zinnerz erscheint; — in welchem aber innerhalb der körnigen aus Quarz gebildeten Grundmasse schwarzer Turmalin oder Schörl in reichlichem Maasse abgelagert ist. Das Gestein im Ganzen ist dunkelgrau oder schwarz, bald mehr schiefrig, bald mehr dicht und körnig und findet sich gewöhnlich in Form abgesetzter Gänge in dem Granit, zu welchem es auch hier und da allmälige Uebergänge zeigt. §. 184.

Als besondere Seltenheiten führen wir noch zwei Degradationen des Granites auf, von denen die erste der **Topasfels** genannt werden kann. Es bildet dies Gestein, soviel bis jetzt bekannt, nur einen einzigen Felsen, den Schneckenstein oder die Königskrone im sächsischen §. 185.

Voigtlande bei Auerbach, und besteht aus drei Mineralien, Quarz, Turmalin und Topas, der entweder in den mannigfachen Spalten und Rissen des Gesteins eingesprengt oder auch in den Windungen seiner Grundmasse abgelagert ist und durch seine gelbbraune Farbe absticht.

Die zweite Seltenheit ist der Miaskit, bis jetzt nur bei Miask am Ilmengebirge in Sibirien gefunden, ein grobkörniges Gestein aus weisslichem Orthoklas und schwarzem Glimmer, in welchem der Quarz durch Eläolith (Nephelin) ersetzt ist. Das Gestein bildet eine wahre Fundgrube für eine Menge verschiedener Mineralien, die in ihm eingesprengt liegen, geht aber zum Beweise, dass es nur eine durch locale Verhältnisse bedingte Abäuderung ist, einerseits in gewöhnlichen grobkörnigen Granit, andererseits in schiefrigen Gneiss durch allmälige und graduelle Modificationen über.

§. 186. Mit dem Granit und dem Gneiss steht in nächster Verbindung dasjenige Gestein, welches man Protogin genannt hat und welches am ausgezeichnetsten in den Centralalpen an dem Massiv des Montblanc vorkommt. Der Name bezieht sich darauf, dass man zur Zeit, als dieser Gestein zuerst bekannt wurde, der Ansicht huldigte, die Alpen mit ihrem Hauptstocke, dem Montblanc, seien das älteste Gebirg der Erde. Der wesentliche Unterschied der Protogine besteht darin, dass ein Theil des Glimmers durch Talk ersetzt ist, der gewöhnlich ein grünes Ansehen hat nnd dem Gesteine ein fettiges Anfühlen und Glänzen giebt. Da nun ausserdem der Feldspath der Protogine gewöhnlich aus zwei Varietäten besteht, aus Orthoklas und Oligoklas, so ist die ursprüngliche Zusammensetzung der Masse reicher als diejenige des Granites, indem man fünf constituirende Bestandtheile unterscheiden kann, zwei Feldspathe, Orthoklas und Oligoklas, Quarz, grünen Glimmer und grünen Talk, die beide durch Eisenoxydul gefärbt sind. Im Uebrigen findet man in derselben Weise wie beim Granit und beim Gneisse alle Uebergänge aus dem reinen granitischen Protogine in vollständig schiefrige Massen, welche ihrer gebänderten Structur wegen von Saussure zur Zeit Adergranit (*Granite veiné*) genannt wurden. Die granitischen Massen bilden den Gipfel des Montblancs und den eigentlichen Hauptstock dieses Gebirges, während die schiefrigen Protogine mehr in der Umgebung des Hauptstockes entwickelt sind und nach nnd nach in ächte schiefrige Gesteine, namentlich Talkschiefer, übergehen.

§. 187. Der Syenit ist eine Modification des Granites, die in allen Theilen der Welt in grosser Menge vorkommt und dadurch charakterisirt ist, dass der Glimmer durch Hornblende ersetzt ist. Diese Ersetzung des einen Elementes durch das andere geschieht aber durchaus nicht plötzlich, sondern die Hornblende mengt sich anfangs spärlich dem Glimmer bei, vermehrt sich aber immer mehr und mehr, erhält das

Uebergewicht und behauptet endlich den Platz für sich allein. Es entstehen auf diese Weise eine Menge von Uebergangsformen, bei welchen man im Zweifel sein kann, ob sie zu dem Granit oder dem Syenit gehören, und die man deshalb anch Syenitgranite genannt hat. Der Feldspath des Syenits, welcher seine Grundmasse bildet und die allgemeine Farbe, die meist roth oder weisslich ist, bestimmt, ist gewöhnlich Orthoklas, der oft in tafelförmigen, verwachsenen Zwillingskrystallen oder groben Körnern vorkommt; zuweilen gesellt sich ihm etwas Oligoklas hinzu. Die Hornblende ist grün oder schwarz, stets dentlich krystallisirt, reichlich eingestreut und bildet einen äusserst angenehmen Contrast gegen die lichtrothe oder weisse Farbe des Gesteines, das seiner Festigkeit wegen als Baumaterial sehr gesncht ist, und nm so mehr geschätzt wird, als es leicht eine gute Politur annimmt. Der Quarz ist im Allgmeinen nnr in geringer Menge vorhanden und fehlt in vielen Fällen sogar ganz, so dass manche Forscher den Syenit nnr als ein Gemenge von Feldspath und Hornblende charakterisirten, während man andererseits gerade diejenigen Gesteine, welche von Syene in Oberägypten herrühren nnd aus denen die meisten Obelisken gehanen sind, nicht als Syenite, sondern als Granite ans vier Bestandtheilen betrachten wollte, weil in ihnen Glimmer und Hornblende etwa in gleicher Quantität gemengt erscheint. Beide Verfahrungsweisen sind unthnnlich, da zwischen diesen verschiedenen Endpunkten, wie schon oben hemerkt, eine Menge von Uebergängen vorkommen.

Hinsichtlich ihrer Structur bilden die Syenite fast ebenso viele Varietätcn als die Granite. Gewöhnlich sind sie indessen massig, was jedoch sänlenförmige, plattenförmige und kugelige Absonderungen nicht ausschliesst. Seltener sind indess schiefrige Syenite, welche dem Gneisse entsprechen würden, nnd meistens entwickelt sich in diesen die Hornblende auf Kosten der ührigen Bestandtheile so sehr, dass ein wahrhafter Hornblendeschiefer gebildet wird. An eingesprengten Mineralien sind die Syenite besonders reich und ausser den bei den Graniten erwähnten noch besonders Zirkon nnd Elaeolith zu nennen, die an einigen Orten so hänfig werden, dass man danach besondere Varietäten unterschieden hat. Die hanptsächlichsten Lagerstätten der Syenite finden sich in Norwegen, Schweden nnd Grönland, am Sinaï, in Tyrol, den Vogesen und in Oberägypten über den Katarakten des Nils.

2. Porphyrgesteine.

Schon bei dem Granite erwähnten wir, dass die Uebergänge in §. 188.
Porphyrstrnctur dnrch Herabsinken des Kornes zn einer gleichförmigen oder höchstens körnigen Masse mit Entwickelung grösserer Krystalle darin sehr häufig sei. In der That kann man den Uebergang des Gra-

nites in den quarzführenden Porphyr in vielen Gegenden, die namentlich im Morvan im Erzgebirge und am Gotthard, deutlich beobachten. Man hat solche Porphyre mit körniger Grundmasse auch Granit-Porphyre genannt. Die feinkörnige Grundmasse besteht, wenn sie rothbraun oder grau ist, aus den Bestandtheilen des Granits, Feldspath, Quarz, Glimmer — letzterer ist durch Chlorit ersetzt, wenn sie grün ist. Die grösseren Krystalle sind aus denselben Mineralien gebildet und dann der Feldspath als Orthoklas, dem zuweilen Oligoklas beigemengt ist, erkenntlich.

Die Zusammensetzung der ganz dichten Grundmasse der Porphyre zu bestimmen, würde besonders dann sehr schwierig halten, wenn man nicht von der Annahme ausgehen könnte, dass die in der Grundmasse selbst eingesprengten Krystalle mit dieser einerlei Zusammensetzung hätten. Indessen hat man es doch durch mikroskopische Beobachtungen und Bausch-Analysen dahin gebracht, nachzuweisen, dass die Grundmasse in der That aus zwei Elementen, aus Feldspath und Quarz, besteht, dass der Feldspath in den meisten Fällen Orthoklas, seltener Oligoklas ist, und dass demnach die Zusammensetzung der Grundmasse bis auf den Glimmer, welcher fehlt, wesentlich dieselbe ist, wie bei den Graniten.

§. 189. Die gewöhnlichen oder Feldsteinporphyre (Felsitporphyre) sind meistens braun, roth oder violettgrau, selten grünlich oder gelblich, doch herrschen im Ganzen die rothen und verwandten Farben vor, weshalb man sie auch häufig ganz im Allgemeinen als rothe Porphyre bezeichnet hat. Zuweilen sind auch die Farben flammig angeordnet. Die Grundmasse ist vorwiegend massig, zuweilen selbst kugelig geballt (Kugelporphyr), wie bei Ziegelhausen im Odenwalde und an verschiedenen Orten im Thüringerwalde und am Fichtelgebirge. In anderen Fällen erhalten diese Porphyre eine schiefrige oder gestreifte Structur, so dass er oft sehr dünne Lamellen bildet, die man dann namentlich als Trottoirplatten benutzt, wie denn überhaupt die Porphyre ihrer Grösse und Farbe, sowie der schönen Politur wegen, die sie annehmen, ein geschätztes, aber theures Kunst- und Baumaterial bilden. Nur selten wird die Grundmasse blasig oder zellig; gewöhnlich sind die Krystalle, die aus Orthoklas, Oligoklas und Quarz gebildet sind, ringsum von der Grundmasse umschlossen. Die Feldspathkrystalle sind in der Regel eckig ausgebildet, die Quarzkrystalle dagegen gewöhnlich so abgerundet, dass man glauben könnte, sie seien vor der Einschliessung gerollt worden. Wenn diese, wie die anderen Porphyre, nicht bloss in Gängen, sondern in grösseren Massen auftreten, so bilden sie gewöhnlich kuppenförmige Hügel und Berge von gefällig abgerundeter Form.

§. 190. Durch die leichte Verwitterung der Grundmasse, sonst aber durch kein mineralogisches Merkmal, unterscheidet man von den gewöhnlichen

Feldsteinporphyren die Thonporphyre. Die Grundmasse dieser Gesteine ist weicher, der Bruch erdig matt, die Farbe gewöhnlich lichtbraun, hellroth oder grün; die Grundmasse schmilzt schwer, zerfällt aber um so leichter in erdige Thonmassen, welche meistens eine vortreffliche Dammerde abgeben. Man sieht sehr häufig die harten, zu Baumaterial tauglichen Feldsteinporphyre nach und nach in Thonporphyre übergehen.

Als eine besondere Abart der Feldsteinporphyre sind noch die braunen Porphyre der Vogesen zu erwähnen, welche die wesentlichsten Massen der Erhöhungskuppen dieses Gebirges bilden und durch die eigenthümliche braunrothe Farbe ihrer Grundmasse sich auszeichnen. In dieser Grundmasse entwickelt sich nun wieder viel Glimmer, wodurch die Felsart, sobald der Feldspath und der Quarz der Grundmasse sich deutlicher krystallisiren, in Granit übergeht. §. 191.

Eine andere Abart der gewöhnlichen Porphyre ist der Syenitporphyr von Altenburg in Sachsen, der eine feinkörnige, aus Feldspath, Quarz und Glimmer zusammengesetzte, rothe oder graue Grundmasse besitzt, in welcher viele grosse rothe Krystalle von Orthoklas und kleine schuppige Täfelchen von dunkelgrünem Glimmer, Chlorit oder Grünerde eingesprengt sind. Es zeigen diese Porphyre meist eine säulenförmige Absonderung und wegen des schönen Contrastes ihrer Feldspath- und Glimmerkrystalle sind sie äusserst geschätzt. §. 192.

Die Porphyre degradiren sich auf ähnliche Weise, wie die Granite, indem der eine oder andere ihrer Bestandtheile verloren geht. So besitzen wir eine ganze Gruppe von Porphyren, in denen der Quarz allmälig zurücksinkt und endlich scheinbar verschwindet, so dass die Grundmasse nur noch aus Feldspath zu bestehen scheint. Die dichte Masse mit muschligem, mattem Bruche, die man Felsit, Eurit oder Petrosilex genannt hat, enthält indessen nichtsdestoweniger eine bedeutende Menge von fein zertheiltem Quarz. Sie schmilzt ebenso leicht als Feldspath vor dem Löthrohr und erscheint meistens von schmutzig grauer oder röthlicher Farbe, zersetzt sich ziemlich leicht, ist nicht so hart als die Masse der Feldsteinporphyre. Häufig entwickeln sich wieder in diesem dichten Gesteine, das oft schiefrige Absonderung zeigt, Krystalle, bald von Feldspath, bald von Hornblende, bald von Glimmer, wonach man den einzelnen Gesteinen entsprechende Namen gegeben hat. §. 193.

An diese quarzfreien Porphyre schliesst sich ein erzführendes Gestein an, welches die Bergleute in den Vogesen mit dem Namen Minette bezeichnen, und das man seither auch in Wallis, im Erzgebirge, im Schwarzwalde wiedergefunden hat; es ist ein röthlichbraunes oder schwarzbraunes, meist nicht sehr hartes Orthoklasgestein, in welchem

braune und schwarze Glimmerschuppen liegen, die, wenn sie sehr überhand nehmen, der Masse eine schuppige Structur und eine grosse Weichheit geben, so dass sie förmlich zerreiblich wird.

§. 194. Der Pechstein (Retinit, Stigmit) ist ein natürliches, wasserhaltiges Glas, von gewöhnlich brauner, gelber oder schwarzer Farbe, und rauhem, unvollkommen muscheligem Bruche, ausgezeichnetem Fettglanze, das an den Bruchkanten durchscheint, und eine Verglasung kieselsäurereicher krystallinischer Gesteine (Porphyr oder Trachyt) darstellt. Vor dem Löthrohre bläht er sich auf und schmilzt zu einem weisslichen blasigen Glase. Der Pechstein erscheint stets in Form massiger Gesteine, zuweilen mit säulenförmiger Absonderung und bildet gewöhnlich nur Gänge und Lager, die offenbar einer Injection von unten her ihre Entstehung verdanken. Seine Masse ist in feurigem Flusse gewesen und enthält nichtsdestoweniger stets fünf bis neun Procent Wasser und sehr häufig auch verkohlte organische Substanzen. Oft sind in der glasigen Grundmasse Krystalle von Feldspath, Quarz oder Glimmer, kugelförmige Concretionen und Nester von Quarz oder Hornstein und Fragmente anderer Gesteine eingeschlossen, wodurch dann die Pechsteine eines Theils in die ächten Porphyre, anderen Theils in Mandelsteine und ähnliche Felsarten übergehen. Durch das Zurücksinken des Feldspathes finden sich auch Uebergänge in Obsidian und reinen Quarzfels, welche wir später betrachten werden.

§. 195. Als eine besondere Abart der Porphyre kann man auch die Spilite oder Porphyrmandelsteine bezeichnen, welche an einzelnen Orten der Vogesen namentlich entwickelt sind. Der Spilit ist grün oder schwärzlich violett, sein Ansehen vollkommen homogen, seine Structur etwas krystallinisch körnig, ohne dass man förmliche Krystalle beobachten könnte. Meist finden sich Zellen und Blasen in der Masse, die keine bestimmte Richtung haben und gewöhnlich durch spätere Infiltration mit Kalkspath angefüllt sind. Unter der Lupe sieht man im Inneren der Grundmasse feine dunkelgrüne Lamellen von Labrador und kleine Quarzäderchen, welche beweisen, dass die Masse in ähnlicher Weise wie der Pechstein einen Ueberschuss von Kieselerde enthält. An der Luft zersetzt sie sich zu einem bräunlichen Pulver. Der Spilit schliesst sich zunächst an die sogenannte Pyromeride an, in welchen eine feldspathige, aus Saussürit (Jade) bestehende Grundmasse besteht, in welchen Knoten und Ganglien eingestreut sind, die meist einen concentrisch schaligen Bau haben und sich auf diese Weise den ächten Mandelsteinen anschliessen. Ausser diesen schaligen Sonderungsflächen zeigen sich auch noch im Inneren dieser Ganglien Strahlen, die von dem Mittelpunkte ausgehen, und dem Gesteine, wenn es polirt

ist, ein sehr charakteristisches Ansehen geben. Der Bruch ist rauh, ungleich, die Farbe gefleckt, bräunlich oder röthlich; die Politur hält sich leider nicht sehr gut.

Im Allgemeinen haben alle bis jetzt angeführten Gesteine, in welchen der Feldspath mehr oder minder eine besondere Rolle spielt, auch eine eigenthümliche Physiognomie, die sich vor allen anderen Felsarten auf der Stelle erkennen lässt, und ferner einen besonderen Charakter in der Verwitterung, wodurch sie oft ganz vortreffliche Muttergesteine für Dammerde abgeben. Alle nehmen durch die Verminderung ihres Kornes eine erdige Beschaffenheit an und zersetzen sich auch meist leicht in erdige Massen.

3. Hornblende-Gesteine.

Man bezeichnete früher mit dem Namen Grünsteine eine Menge von verschiedenen Felsarten, in welchen in irgend einer Grundmasse verschiedene grüne Mineralien eingesprengt waren, die man nicht gehörig zu unterscheiden wusste. Erst seit der Arbeit von Gustav Rose über diese Gesteine hat man die Grünsteine nach ihren mineralogischen Bestandtheilen in verschiedene Gruppen zu zerlegen gelernt, und sollte deshalb den Namen Grünstein überhaupt gar nicht mehr anwenden. Bei den hier zu betrachtenden Gesteinen finden sich stets Feldspath und gemeine Hornblende (grünlicher oder schwarzer Amphibol), welche zusammen ein Gemenge bilden. Die Varietät des Feldspathes, welche in Gemeinschaft mit der Hornblende vorkommt, ist meistens Oligoklas, der sich von dem in den Graniten meist vorkommenden Orthoklas leicht durch eine Menge feiner paralleler Linien unterscheidet, die er auf den Bruchflächen zeigt. §. 196.

Der Diorit ist in dieser Reihe der Hornblendegesteine das wahre Analogon des Granites, oder noch besser gesagt des Syenites, von welchem er sich wesentlich dadurch unterscheidet, dass er Oligoklas, zuweilen mit Labradorit und Anorthit gemengt, enthält, während die Grundmasse des Syenites aus Orthoklas und Hornblende gemengt ist. Die Structur dieser Gesteine ist rein granitisch, körnig krystallinisch, bald sehr grobkörnig, bald wieder so fein, dass eine fast compacte Grundmasse hergestellt wird. Der Feldspath ist gewöhnlich grünlich oder weisslich, tritt aber im Verhältniss zu der Hornblende zurück, die dem Gesteine wesentlich die Farbe giebt, welche von dem Lichtgrünen bis ins Schwärzlichgrüne wechselt. In der Regel ist das Gestein rein massig, doch finden sich alle diejenigen Uebergänge der Structur bis zum Schiefrigen, die wir auch schon bei den granitischen Gesteinen gesehen haben und wodurch der ächte Diorit in Hornblendeschiefer sich umwandelt. Vom Syenit unterscheidet sich der Diorit gewöhnlich durch §. 197.

feineres Korn, lebhafteres Hervortreten der grünen Hornblende und leichteres Verwittern des Feldspathes.

Unter dem Namen Kugeldiorit hat man ein Gestein unterschieden, welches namentlich auf Corsica ziemlich ausgebreitet vorkommt und in welchem der Oligoklas ganz durch Anorthit ersetzt ist, so dass das Gestein durch Salzsäure zersetzt wird, wozu der bedeutende Gehalt an Kalkerde wesentlich beiträgt. Es sieht wie ein Granit von schwärzlichgrüner Farbe aus und hat stellenweise eine rein kugelige Structur, indem die einzelnen Gemengtheile sich concentrisch gelagert haben, und einen bis drei Zoll grosse Kugeln bilden.

Bei dem Zurücksinken des Feldspathes entsteht ein dunkles körniges oder dichtes Gestein, welches zuweilen fast nur aus Hornblende besteht und namentlich an dem nördlichen Rande der Pyrenäen in kleinen kuppenförmigen Hügeln vorkommt, denen man einen grossen Einfluss auf die Hebung der Pyrenäen selbst zugeschrieben hat. Das Gestein selbst wird allgemein unter dem Namen Ophit bezeichnet.

Auf der anderen Seite hat man unter dem Namen Norit, namentlich in Norwegen, ziemlich verbreitete Gesteine unterschieden, in welchen die Hornblende nach und nach zurücksinkt und der Feldspath so zunimmt, dass zuweilen nur hier und da in seiner Grundmasse dunkle Hornblendekrystalle eingestreut erscheinen.

§. 198. Die Dioritporphyre unterscheiden sich von den eigentlichen Dioriten nur durch die Grösse des Kornes der Grundmasse. Das Korn ist nämlich ganz verschwunden und eine gleichförmige Grundmasse von mattem ungleichem Bruche vorhanden, die graue oder grüne Farbe zeigt und in welcher grössere Krystalle von Oligoklas oder Anorthit und Amphibol eingesprengt liegen. Die Grundmasse besteht wahrscheinlich aus einem feinen unkrystallisirten Gemische derselben Mineralien, in welche sich noch viele andere Mineralspecies eingesprengt befinden. Einige dieser Dioritporphyre enthalten eine bedeutende Menge Kalk, so dass sie mit Säuren aufbrausen (Chemnitz). Die Felsarten dieser Art kommen häufig aller Orten vor, namentlich aber in Ungarn, dem Ural und Südamerika, und in dem ersten Lande finden sich viele Orte, wo der Feldspath bedeutend über den Amphibol die Oberhand gewinnt und dadurch Gesteine gebildet werden, die kaum von dem braunen Porphyr der Vogesen unterschieden werden können.

§. 199. Der Hornblendefels oder Amphibolit bildet ein körniges oder faseriges Gestein, in welchem der Feldspath gänzlich zurückgesunken ist, so dass nur noch meistens ein Aggregat aus reiner Hornblende übrig geblieben ist, in welchem hier und da Granat, Eisenkies, Feldspath, Quarz oder brauner Glimmer eingesprengt sind. Meist findet sich dies Gestein in Gängen zwischen granitischen und Porphyr-Massen

und geht dann allmälig in förmlichen Hornblendeschiefer über, der sich ganz so verhält, wie der schiefrige Gneiss, aber eine sehr dunkele schwarzgrüne Farbe hat. Gewisse Varietäten dieses Gesteins hat man Strahlsteinschiefer oder Aktinolithschiefer genannt, indem bei ihm die Hornblende nach und nach durch Strahlstein ersetzt wird, wobei das Gestein eine hellere grüne Farbe erhält und zugleich einen strahlig faserigen Bau, der ihm einen besonderen Glanz verleiht.

In gewissen Fällen mengt sich zu der Hornblende dunkelschwärzlicher Glimmer (Biotit) und es entsteht so ein leicht zu bearbeitendes, schwer verwitterndes Gestein von dunkelschwarzer Farbe, welches in der Bretagne, wo es häufig vorkommt, unter dem Namen Kersanton bekannt ist und dort vielfach besonders zu mittelalterlichen Bauten verwendet wurde. Man findet mannigfaltige Uebergänge dieses Gesteins theils in ächten Diorit, theils in Hornblendeschiefer, von denen es nur eine locale Varietät darstellt; gewöhnlich enthält es etwas Kalk und geht so durch den Verlust des Glimmers in eine andere Felsart über, die man Hemithren genannt hat und in welcher innerhalb einer dunkelen Masse der Kalk in Form weisser Flöckchen eingesprengt ist. Begreiflicher Weise braust diese Felsart bei Behandlung mit Säuren um so stärker auf, je mehr eingesprengten Kalk sie enthält.

Der Hornfels (Aphanit, *Cornéenne*, *lapis corneus*) steht etwa in §. 200.
demselben Verhältnisse zu den Dioriten wie der Pechstein zu den Porphyren; — das Korn seiner Masse wird unbestimmt, der Bruch flachmuschelig und an den äussersten Grenzen der Degradation findet sich eine gleichförmige zähe Masse von horniger Consistenz, deren halbzersetzte Varietäten sich mit dem Messer schneiden lassen und deren Farben um ein dunkles Grau mit einem Stich ins Rothe oder Grüne spielen. Vor dem Löthrohre schmilzt der Hornstein zu einem schwarzen Email, und aus seinen Verhältnissen scheint hervorzugehen, dass er überhaupt nur halbgeflossener und geschmolzener Diorit ist.

Der Eklogit ist ein schönes grob- oder feinkörniges Gestein, §. 201.
dessen meist grasgrüne, strahlige, blätterige oder körnige Grundmasse aus Smaragdit besteht, und in welcher gewöhnlich schöne rothe Granaten, helle Albitkrystalle oder blauer Disthen eingesprengt sind. Das Gestein findet sich besonders in der Bretagne, in Kärnthen und Steiermark, im Fichtelgebirge und auf der Insel Syra und enthält häufig Glimmer, Strahlstein und Eisenkies. Es verwittert schwer und bildet deshalb vorragende Felsen und Kuppen.

4. Gabbrogesteine.

Wir begreifen unter dieser Bezeichnung eine ziemlich grosse An- §. 202.
zahl von Gesteinen, welche zum Theil ebenfalls unter dem Namen

Grünsteine begriffen wurden, und welche dadurch ausgezeichnet sind, dass ihr feldspathiger Bestandtheil aus Labrador oder Saussürit besteht, der zuweilen durch Oligoklas ersetzt werden kann.

Der eigentliche Gabbro oder Euphotid besteht wesentlich aus Labrador oder Saussürit von weisser, grauer oder violetter Farbe, mit welchem grasgrüner Smaragdit oder olivengrüner Diallagit dergestalt gemengt ist, dass das Gestein im Ganzen eine grünliche Farbe besitzt. Die eigentlichen Euphotide, welche namentlich in den südlichen Alpen, im Saasthal, in Oberitalien, in Cornwallis und hier und da in Sachsen vorkommen, gehen in Hinsicht ihres Kornes und der Ausbildung ihrer Spaltungsflächen ähnliche Verschiedenheiten ein, wie die Granite, welchen sie sich hinsichtlich ihrer Lagerung durchaus anschliessen. Die Uebergänge in schiefrige Massen finden sich hauptsächlich im Umkreise der Kerne, welche diese Gesteine bilden. Sehr innig ist die Beziehung des Gabbros, der eine ziemliche Quantität Wasser enthält, zu den Serpentinen, in welche er allmälig dadurch übergeht, dass der Serpentin den Diallagit ersetzt. Auf der anderen Seite wird der Smaragdit zuweilen überwiegend, wo dann jenes unter dem Namen *Verde di Corsica* unter den Steinschneidern bekannte Gestein erzeugt wird.

§. 203. Der Hypersthenfels oder Hyperit, der indess noch seltener als der Gabbro und zwar in Schottland, Schweden und an der Küste von Labrador, sowie in den Centralalpen bei Valorsine besonders vorkommt, besteht ebenfalls aus einer feldspathigen Grundmasse, welche Labrador enthält, zu welchem aber Hypersthen eingemengt ist. Der Labrador waltet meistens vor und bildet eine graulichweisse oder graugrüne Masse, in welcher der schwärzliche Hypersthen, der oft kupferrothen Metallschimmer hat, eingelagert ist. Gewöhnlich ist das Gestein feinkörnig, an der Labradorküste ist es aber sehr grobkörnig und bildet dort die Lagerstätte jener grossen Krystalle von Labradorit, die man nach der Küste genannt hat. Zuweilen mengt sich Quarz als drittes Element in die Zusammensetzung ein, so dass dann das Gestein dem Syenite oder Granite vollkommen ähnlich wird. — Ohne Zweifel würde man bei grösserer Verbreitung sich ebenso wie bei dem Granite genöthigt sehen, eine Menge verschiedener Unterabtheilungen aufzustellen, welche jetzt nur zu unnöthigen Zersplitterungen der Nomenclatur führen würden.

5. Serpentingesteine.

§ 204. Der Serpentin ist eins der wenigen Mineralien, welcher für sich allein in bedeutenden Massen als Gestein auftritt und grossen Antheil an der Bildung vieler Gebirge nimmt, wo er namentlich in den inneren Stöcken, wie z. B. Monte Rosa, gewaltige Massen bildet. Er ist ein

zartes, weiches, seifig anfühlbares, zähes Gestein von grüner, meist düsterer Farbe, dichtem, splitterigem und glanzlosem Bruche, das sich durch seine fast gänzliche Unschmelzbarkeit und seinen grossen, ungefähr 13 Procent betragenden Wassergehalt auszeichnet. Oft sind die Serpentine so weich, dass sie in der ersten Zeit, nachdem man sie aus dem Steinbruche entnommen hat, geschnitten und gedreht werden können, weshalb man sie an vielen Orten zur Anfertigung von Töpfen, Mörsern u. s. w. benutzt. Durch den Einfluss der Luft wird die grüne Farbe allmälig braunroth. Gewöhnlich ist das Gestein massig, oft aber auch kommen plattenförmige Absondernngen vor, die sich bis zur Schieferung und anscheinenden Schichtung steigern. Der Asbest findet sich im Inneren der Masse ziemlich häufig und giebt ihr ein faseriges glänzendes Aussehen, und es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass der Asbest selbst nur als eine Varietät des Serpentins zu betrachten ist. Trotzdem dass keine chemische Verwandtschaft zwischen ihnen stattfindet, so ist es doch merkwürdig, dass der Serpentin stets in genauerer Beziehung zu den Gabbros steht, und dass man wohl nirgends Gabbro finden dürfte, in dessen Nähe nicht Serpentinmassen entwickelt wären. Die Serpentinschiefer, deren Platten oft so regelmässig sind, dass man an eine Schichtung des Serpentins glauben könnte, gehen sehr häufig in Chlorit nnd Talkschiefer über, denen sie auch durch ihre Consistenz ähneln. Sowohl in dem massigen wie in dem schiefrigen Serpentin findet sich ein ausserordentlicher Reichthum an accessorischen Bestandtheilen und eingesprengten Mineralien jeder Art.

Der sogenannte Schillerfels von der Harzburg ist nichts Anderes als ein dunkelgrüner Serpentin, der von grossen Schillerspathkrystallen nach allen Richtungen hin durchwachsen und durchwoben ist. Nicht selten findet sich in der Masse von Serpentinschiefern Kalk beigemengt, welcher zuweilen sehr bedeutend wird, so dass man dann solche Gesteine mit dem Namen Ophikalcit bezeichnet hat.

6. Augitgesteine.

In allen Gesteinen, welche zu dieser Gruppe gehören, ist der Augit oder Pyroxen der wesentlichste Bestandtheil und zwar meistens mit einem leicht flüssigen Feldspathe, mit Labrador oder Oligoklas gemengt. In vielen Fällen sind indess die charakteristischen Kennzeichen des Pyroxens so wenig ausgebildet, dass es zweifelhaft bleiben kann, ob man es mit Hornblende, mit Hypersthen oder mit Augit zu thun habe, weshalb dann auch die Unterscheidung vieler hierher gehörigen Gesteine von den entsprechenden Hornblendegesteinen oft sehr schwierig ist. In geologischer Beziehung kann man unter den mannigfaltigsten Gesteinen, in welchen der Augit die Hauptrolle spielt, zwei Gruppen unterscheiden, die eine von gewöhnlich hellerer Farbe, §. 205.

die man früher mit unter den Grünsteinen begriff, und die von höherem Alter sind, und die andere Gruppe von gewöhnlich dunkler Farbe, welche durch die Basalte und Laven bis in die Jetztzeit übergreift.

Gruppe der Diabase.

§. 206. Der eigentliche Diabas entspricht in dieser Gruppe allen jenen Gesteinen, welche wir als Analoga des Granits aufführten; er ist ein körniges Gestein, dessen Grundmasse aus kleinen Krystallen von Labrador oder Oligoklas besteht und meistens durch Beimengung von etwas Chlorit grün gefärbt ist. Zuweilen findet sich so viel Chlorit vor, dass dieses Mineral in schuppigen, erdigen oder dichten Partien ausgebildet ist. Je feinkörniger das Gestein ist, desto mehr zeigt sich im Allgemeinen der Chlorit in dieser Weise ausgeschieden. Der Augit ist stets grün, braun oder schwarz und deutlich krystallisirt. Der Diabas ist fast immer massig, zeigt aber zuweilen plattenförmige Absonderungen, und geht dann nach und nach durch stärkeres Ueberhandnehmen des Chlorites zuerst in schiefrigen Diabas und dann in ächten Chloritschiefer über. Auf der anderen Seite wird die Grundmasse des Diabases oft ausserordentlich fein, vollkommen dicht und bildet einen förmlichen Porphyr. Diabasporphyr oder Augitporphyr, wo in einer mehr oder minder gesättigt grünen Masse grössere Zwillingskrystalle von weissem oder röthlichem Labrador und dunkelgrünem oder braunem Augit ausgebildet sind. Im Ural ist ein ähnliches Gestein weit verbreitet; der Augit aber durch Uralit ersetzt, d. h. durch Hornblende, welche die Krystallgestalt des Pyroxens hat und wahrscheinlich durch eine Metamorphose desselben entstanden ist.

§. 207. Man kann in den Diabasen ähnliche Uebergänge oder Ausbildungen nachweisen, wie in den Graniten. So sinkt zuweilen der feldspathige Bestandtheil so sehr zurück, dass er gänzlich verschwindet und dass man ein mehr oder minder dunkelgrünes, meist schiefriges Gestein vor sich hat, welches fast einzig aus Augit besteht und deshalb auch Augitfels oder, nach dem See Lherz in den Pyrenäen, Lherzolith genannt wird.

Auf der anderen Seite trifft man viele Diabase, in welchen sich etwas Kalk findet; bei stärkerer Zunahme dieses Kalkes, welcher dann meistens in Form von Spath krystallisirt und in Kugeln geballt ist, entstehen dann dichte feinerdige Gesteine von mattem Bruche, grünlichen oder bräunlichen Farben, die man mit dem Namen Kalktrapp, Plattenstein, Diabas-Mandelstein oder Kalkdiabas belegt hat. Die Kalkspathkörner, welche sich in der dichten, viel Chlorit enthaltenden Masse finden, werden nämlich rund, nehmen an Masse zu und bilden endlich Mandeln von der Grösse einer Erbse, die sich zuweilen

so dicht drängen, dass fast gar keine Grundmasse übrig bleibt. Man kennt sowohl massige, als auch schiefrige Kalkdiabase, welche dann hier und da in sogenannte Grünsteintuffe und in den **Schalstein** übergehen, der namentlich in dem rheinischen Schiefergebirge eine bedeutende Rolle spielt. Es scheint dieser Schalstein, wie übrigens auch aus den Fossilen hervorgeht, die in ihm gefunden worden sind, ursprünglich ein Grauwackenschiefer zu sein, in welchen Augitgesteine und Kalk während der Ablagerung eingedrungen sind, wodurch dann ein, in seinem Charakter äusserst schwankendes, deutlich geschichtetes schiefriges Gestein gebildet wurde, das eine feinerdige oder faserige, grüne, graue oder gelbe Grundmasse enthält, in welcher eine Menge verschiedenartiger Flecken und Bruchstücke sich zeigen, je nachdem bald das eine, bald das andere Bildungselement an Masse überwiegt. Der Schalstein hat stets einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Kalk, der meistens auch in krystallinischer Form hier und da abgelagert ist.

Gruppe der Basalte.

In allen Gesteinen, die dieser Gruppe angehören, findet sich ebenfalls Angit, gewöhnlich mit Labradorit verbunden, vor, während der Quarz gänzlich von der Bildung derselben ausgeschlossen bleibt. Sie unterscheiden sich aber alle von der vorigen Gruppe dadurch, dass ihre Grundmasse eine weit homogenere ist und dass die Gesteine selbst sich in stark feurigem Flusse befanden, so dass sie meistens Blasenräume im Inneren ihrer Masse zeigen. §. 208.

Es gehören alle diese basaltischen Gesteine ihrer chemischen Zusammensetzung nach, zu den basischen Silikatgesteinen, indem der Kieselerdegehalt des Gemenges im Ganzen zwischen 30 und 50 Procent schwankt und der Sauerstoff der Kieselerde zu demjenigen der Basen sich etwa wie 5 zu 2 verhält.

Der **Dolerit (Mimesit)** entspricht im Aussehen, Verschiedenheit des Kornes u. s. w. durchaus dem Diorit und dem Diabas, so dass man ihn früher auch als basaltischen Grünstein bezeichnete. Es ist in der That der Granit der basaltischen Gesteine und besteht aus einer krystallinisch körnigen Grundmasse von Labradorit, welcher weiss oder lichtgrau ist und gewöhnlich deutliche platte und schillernde Tafeln erkennen lässt. Der Angit ist ebenfalls in deutlichen schwarzen säulenförmigen oder körnigen Krystallen abgelagert und sticht angenehm auf der hellen Farbe des Laboradors ab. Ausser diesen beiden Bestandtheilen enthält der Dolerit meistens titanhaltiges Magneteisen, dann aber auch sehr häufig kohlensauren Kalk und Eisenoxydul, weshalb er bei der Behandlung mit Säuren aufbraust und in einen, in denselben löslichen, und einen unlöslichen Theil zerfällt, der aus Laboradorit und

Augit gebildet ist. Die Dolerite sind stets massig, zeigen aber zuweilen säulenförmige oder kugelige Absonderungen und fast immer mehr oder minder entwickelte Blasenräume, welche gewöhnlich mit grösseren Krystallen ausgefüllt sind, so dass sie sich ihrer Structur einerseits an die Porphyre anschliessen, andererseits, wenn die Ausfüllungen der Blasenräume massig sind, wahre Dolerit-Mandelsteine bilden. Oft findet man den Dolerit deshalb in schichtenförmigen Ausbreitungen, weil bei Eruptionen ein Strom geschmolzener Masse über schon erkaltete Ströme hergeflossen ist.

Doleritporphyre könnte man wohl alle Gesteine nennen, welche durchaus dieselbe mineralogische Zusammensetznng hätten, wie der Dolerit, aber eine gleichförmige compacte Grundmasse mit eingesprengten Krystallen von Augit nnd Labradorit. Gewisse Laven des Aetna und der Auvergne würden hierher gehören, indem in diesen eine dunkle Grundmasse, die offenbar aus diesen beiden Mineralien zusammengeschmolzen ist, einzelne Krystalle davon enthält.

§. 209. Durch das Herabsinken der krystallinischen Grundmasse zu einer feinkörnigen, meist grünlich oder bräunlich schwarzen Masse von schimmerndem Bruche, in welcher man keine mineralischen Bestandtheile mehr erkennen kann, gehen die Dolerite in die eigentliche Trappe oder Anamesite über. Gewöhnlich kann man selbst unter dem Mikroskope bei der genauesten mechanischen Analyse keine bestimmten Structurelemente wahrnehmen. Anf chemischen Wege lassen sich in diesen Trappen zwei verschiedene Varietäten nachweisen, indem die eine von ihnen stark wasserhaltig ist, eine andere aber kein Wasser bei der trockenen Destillation abgiebt. Hierdurch, sowie durch die grosse Seltenheit von Olivin, bilden die Trappe ein wahres Mittelglied zwischen den Doleriten einerseits und den Basalten anderseits, mit denen sie übrigens ihrem ganzen übrigen Verhalten nach die grösste Aehnlichkeit zeigen. Auf den Faröern und in Island namentlich bilden die Trappe ungeheure Massen, die aus einzelnen, über einander geflossenen Schichten zusammengesetzt sind und dadurch den Inselkuppen, welche fast nur aus ihnen bestehen, ein treppenartiges Ansehen ertheilen. Diese geflossenen Schichten erreichen zuweilen eine Mächtigkeit von mehren hundert Metern, woraus man auf die ungeheuren Massen geschmolzenen Materials schliessen kann, welche in einem einzigen Ausbruche sich ergossen. Die Absonderung in prismatischen Säulen, welche eine Folge der Erkaltnng ist, finden sich bei den Trappen eben so häufig, als bei den ächten Basalten, und die schönsten Säulen dieser Art, wie z. B. diejenigen des Riesendammes in Irland, gehören nicht den Basalten, wie man gewöhnlich sagt, sondern den eigentlichen Trappen an.

Die Basalte bilden stets ein inniges Gemenge von Labradorit §. 210.
und Augit mit Magneteisen, deren Existenz man freilich gewöhnlich nur aus der chemischen Analyse berechnen kann. Die eigentlichen Basalte haben stets eine dunkelgraue oder schwärzliche Farbe, ihr Bruch ist uneben, flachmuschelig, matt, ihre Consistenz hart, ihr specifisches Gewicht gewöhnlich ziemlich bedeutend und die in ihnen vorkommenden Blasenräume und Höhlen zeigen sich gewöhnlich mit Zeolithen ausgefüllt, die, wie es scheint, stets Producte einer fortschreitenden Zersetzung sind. Alle Basalte ohne Ausnahme enthalten Wasser, dessen Menge zuweilen bis zu 4 Proc. austeigen kann, und in den meisten finden sich auch kohlensaure Salze, welche beim Behandeln des Gesteinpulvers mit Säuren aufbrausen. Als besonders charakteristisch für den Basalt zeigt sich meistens die Einsprengung von Olivin oder Peridot, den man fast als einen wesentlichen Bestandtheil ansehen könnte. Ausser diesem Mineral finden sich noch viele andere Mineralspecies in Krystallen vor, worunter wir namentlich Magneteisen, Glimmer und Hornblende erwähnen, so dass der Basalt oft ein förmliches porphyrisches Ansehen erhält. Fragmente anderer Gesteine, die bei dem Durchbruche der Massen eingehüllt wurden, finden sich sowohl in dem Basalte, wie in den übrigen feuerflüssigen Gesteinen ziemlich häufig vor, so dass hier und da mehre Basaltconglomerate gebildet werden.

In anderen Fällen häufen sich die Blasenräume so sehr, dass der Basalt förmlich als eine Schlacke erscheint, die mit den jetzt vorkommenden Laven die grösste Aehnlichkeit hat. Auch füllen sich diese Blasenräume bei älteren, in der Zersetzung begriffenen Basalten mit Mandeln, die gewöhnlich aus Zeolithen bestehen, so dass Basalt-Mandelsteine dadurch erzeugt werden.

Die säulenförmigen Absonderungen sind ebenfalls fast charakteristisch für den Basalt und zuweilen so regelmässig, dass man sie für Effekte der Krystallisation im Grossen hat erklären wollen, während doch alle Verhältnisse darauf hinweisen, dass sie einzig eine Folge der bei der Erkaltung eintretenden Zusammenziehung sind. Ausser dieser so auffallenden Säulenform trifft man noch häufig an den Basalten eine Art concentrisch schaliger Anordnung ihrer Elemente, wodurch sich die Säulen bei der Verwitterung in einzelne Kugeln oder abgerundete Linsen theilen, die immer mehr und mehr schalig verwittern, so dass die Säulen endlich wie in der sogenannten Käsegrotte bei Bertrich, das Ansehen auf einander geschichteter Schachteln oder Käse erhalten.

Die Basalte bilden Gänge und Durchbrüche, die zuweilen in den mannigfaltigsten Gestalten andere Gesteine durchsetzen; an der Oberfläche steigen sie meistens in rundlichen Kuppen oder kegelförmigen Massen auf, verbreiten sich aber oft so weit hin in einzelnen über ein-

ander geflossenen Schichten, dass man lange Zeit die Ansicht verfocht, der Basalt sei wirklich ein aus dem Wasser abgelagertes Sedimentgestein.

§. 211. In besonderen Fällen zersetzt sich der Basalt in ein dichtes feinkörniges erdiges Gestein von ebenem Bruche, weicher Consistenz, matter, mehr oder minder grauer schmutziger Farbe, das durchaus mit Blasenräumen durchzogen ist und durch die ungemeine Anhäufung Zeolithen im Inneren dieser Blasenräume eine weit vorgeschrittene Zersetzung nachweist. Oft scheint es, dass diese schlackenartigen Massen, die zuweilen selbst sehr staubig und zerreiblich sind und die man mit dem Namen Basaltwacken belegte, durch Infiltration oder Untertauchung unter Wasser wieder zusammengebacken worden seien, so dass sie schichtenartige Structur zeigen und deshalb auch namentlich früher als Beweise für die neptunische Entstehung des Basaltes angeführt wurden.

§. 212. Dem Basalte sehr nahe steht dasjenige Gestein, welches man jetzt allgemein unter dem Namen Melaphyr oder Augitporphyr bezeichnet. Es besteht dasselbe stets aus einer leicht schmelzbaren, gewöhnlich dichten oder feinkörnigen Grundmasse von dunkler ins Grüne oder Schwarzbraune verlaufender Farbe, in welcher entweder Labradorit oder Oligoklas als Feldspath sich befindet. Das Gestein erhält aber dadurch einige Aehnlichkeit mit den Porphyren, dass ein grünes Mineral, entweder Augit oder Hornblende, in kleinen krystallinischen Splitterchen in dieser Masse sich eingelagert findet. Magneteisen, so wie etwas Eisenspath und Kalkspath bilden ebenfalls fast stets einen wesentlichen Bestandtheil dieser Melaphyre, welche sich in ihrem Auftreten besonders an die rothen Porphyre anschliessen. Manchmal finden sich Krystalle von Labradorit oder Glimmer deutlich ausgeprägt in dem Gesteine, wodurch dann dessen Ansehen sich den gewöhnlichen Porphyren noch mehr nähert; gewöhnlich aber entwickeln sich Blasenräume, die dann mit verschiedenen Mineralien sich anfüllen und so in förmlichen Mandelstein überleiten. Es bilden diese Melaphyre gewöhnlich nur unbedeutende Kuppen oder Gänge in andere Gesteine, die aber in näherer Beziehung zu den Hebungen mancher mächtigen Gebirgsstöcke zu stehen scheinen. Sie sind fast stets massig und bieten ihrer grossen Härte und dunklen Farbe wegen zu Bauten und feineren Kunstarbeiten einen schönen Stoff, welcher der Zersetzung durch die Atmosphäre aufs Aeusserste wiedersteht.

§. 213. In ähnlicher Weise, wie bei vielen schon früher betrachteten Gesteinen findet man auch bei den Augitgesteinen Degradationen, welche dadurch bedingt werden, dass der eine oder andere Bestandtheil durch

ein fremdes Mineral ersetzt wird. So hat man unter dem Namen Nephelit oder Nephelindolerit ein dem gewöhnlichen Dolerite sehr ähnliches Gestein unterschieden, welches namentlich am Katzenbuckel im Odenwalde, bei Meiches in Hessen und an verschiedenen Orten in Böhmen vorkommt und dessen mehr oder minder grobkörnige Grundmasse gewöhnlich aus grünlichem oder grauem, fettglänzendem Nephelin besteht, in welches schwarze Augitkrystalle und feine Körner von Magneteisen eingesprengt sind.

Cyklophyr könnte man ein sehr variabeles Gestein nennen, das zuweilen grobkörnig wird, meist aber aus gleichförmiger Grundmasse mit manchen eingewebten Krystallen besteht und den Fuss des Aetna, sowie die cyklopischen Inseln in dessen Nähe bildet. Der Cyklophyr besteht aus Analcim und Pyroxen, was um so auffallender erscheinen könnte, da das Gestein sich einst offenbar im feuerigem Flusse befand, ja an einzelnen Stellen in prismatischen Säulen, wie der Basalt, sich absondert und dennoch beim Erhitzen Wasser giebt, indem der Analcim ein wasserhaltiges Mineral ist. Jetzt, wo man die grosse Rolle kennt, welche die Wasserdämpfe in den vulcanischen Erscheinungen spielen, ist dies Vorkommen des Analcims im vulcanischen Gestein nicht mehr so auffallend und unerklärlich. §. 214.

Der Leucitophyr ist die dem vorhergehenden Gesteine entsprechende Felsart, die am Vesuve vorkommt, wie sie ganz so den Fuss und die untersten Bekleidungen, den Berg Somma und die anliegenden Massen bildet, wie der Cyklophyr den Fuss des Aetna umhüllt. Der Leucitophyr besteht aus Leucit und Pyroxen; seine Grundmasse ist graulich; die eingesprengten Krystalle aller Art sehr häufig. §. 215.

Sehr selten ist der Hauynophyr, eine aus Hauyn und Pyroxen zusammengesetzte Felsart.

7. Trachytische Gesteine.

Im Allgemeinen hat man diese Gesteine, welche alle vulcanischen Ursprungs sind, deshalb unterschieden, weil sie eine eigenthümliche Rauhigkeit besitzen, die von den kleinen Feldspathkrystallen herrührt, aus denen ihre meist blasige Masse gebildet ist. Die Hauptmasse ihrer Substanz wird gewöhnlich von Sanidin gebildet, der durch seinen lebhaften Glasglanz, seine starke Durchsichtigkeit und die vollkommene Spaltbarkeit seiner Krystalle sich als eine besondere Varietät des Orthoklases hinstellt, von dem er auch früher schon unter dem Namen glasiger Feldspath unterschieden wurde. Der Sanidin enthält stets einige Procente Natron neben dem Kali, und wenn er, wie es vor- §. 216.

kommt, durch Oligoklas ersetzt wird, so enthält dieser wieder einen gewissen Antheil von Kali neben dem Natron, das seine wesentliche Basis ausmacht. Bemerkenswerth ist der grosse Gehalt dieser Gemenge an Kieselerde, der gewöhnlich über 60 Procent beträgt, aber auch bis zu 80 Procent steigen kann, so dass der Sauerstoff der Kieselerde sich zu demjenigen der Basen wie 6 zu 1 verhält. Neben Glimmer und Hornblende findet sich deshalb auch nicht selten Quarz ausgeschieden.

§. 217. Der eigentliche Trachyt besitzt eine poröse, rauhe, bald körnige, bald dichte Masse, die fast immer vielfache Blasenräume enthält und meist weisse oder hellgraue, selten rothe oder ins Braune ziehende Farben zeigt. Der Sanidin erscheint in dieser Grundmasse meistens in tafelförmigen Zwillingskrystallen, die sehr rissig sind und einen starken Glasglanz besitzen. Schwarze Kryställchen von stark glänzender Hornblende sind so häufig in der Grundmasse eingestreut, dass man fast den Trachyt als einen vulcanischen Syenit bezeichnen könnte. Schwarzer Glimmer ist ebenfalls ziemlich häufig, während Augit und Magneteisen selten sind, Olivin aber fast immer fehlt, was als gute Unterscheidung von Basaltgesteinen dienen kann. Selten nur ist der Trachit granitähnlich, wie bei Schemnitz in Ungarn und auf der Insel Milo, oder flaserig und dem Gneisse ähnlich, wie auf der Insel Pantellaria; im letzteren Falle bildet sich sogar eine förmliche schiefrige Structur aus, die besonders von der tafelförmigen Streckung der Sanidinkrystalle herrührt und an den Vulcanen der canarischen Inseln und denen Central-Frankreichs zuweilen angetroffen wird.

§. 218. Porphyrische Trachyte sind bei weitem häufiger als wahre körnige Trachyte und bilden deshalb die gewöhnlichste Art der Erscheinung der Trachyte. Die Grundmasse ist äusserst fein, besteht aber doch bei genauerer Betrachtung nicht aus amorpher Substanz, sondern aus mikroskopischen Krystallen von glasigem Feldspath, die auf frischen Brüchen in der Sonne glitzern. Diese Trachyte unterscheiden sich demnach von den granitischen Porphyren nur durch die Grösse des Kornes, und in einzelnen Fällen wird dies Korn selbst so gross, dass durchaus aller Unterschied verwischt ist und man das Gestein, weil es aus vulcanischem Terrain kommt, für Trachyt erklären muss, während seine Structur es in der That dem granitischen Porphyre nahe stellt. Die Grundmasse selbst ist sehr verschieden, sowohl in ihrer Farbe, als in ihrer Beschaffenheit; — meist graulich, spielt sie mehr oder minder in das Grüne oder Rothe über; zuweilen ist sie äusserst leicht, blasig, schlackig; in anderen Fällen schwer, erdig. Man findet häufig Eisen und Amphibol in grosser Menge darin eingesprengt; in einzelnen Gegenden ist das Titaneisen so häufig darin,

dass beim Verwittern der Masse und beim Auswaschen des Gesteines durch den Regen, das Titaneisen in Haufen zurückbleibt. Der Trachyt wird in einigen Gegenden, namentlich im Siebengebirge, als guter Baustein gebrochen. Auch in diesen porphyrischen Trachyten kommen mannigfaltige Varietäten vor, indem bald der Feldspath dergestalt überwiegt, dass der Sanidin in grossen Krystallen sich ausscheidet, während die Grundmasse vorherrschend Oligoklas zu enthalten scheint, wie am Drachenfels im Siebengebirge, oder dass die Hornblende stark zunimmt oder wieder dass die Grundmasse zu einem Halbglase zusammenschmilzt, das oft plattenförmig oder säulenförmig sich absondert und gar keine Krystalle mehr enthält.

Der Domit, welcher hauptsächlich die hohen Kuppeln des Puy de Dôme und mehrerer anderer Vulcane in Central-Frankreich bildet, ist eigentlich nur ein porphyrischer, zersetzter Trachit, dessen Grundmassen im Grossen ein mattes Ansehen, graue, braune oder gelbliche Farbe besitzt, in welcher kleine sehr rissige Krystalle von Oligoklas, die in der Sonne glitzern, und grössere Krystalle von Augit und schwarzem Glimmer enthalten sind. Die rauhe und zerreibliche, spröde Grundmasse zersetzt sich leicht noch mehr und bildet dann einen erdigen Thon, der keinerlei Festigkeit hat. §. 219.

Seit wenigen Jahren erst weiss man, dass die riesigen vulcanischen Kuppeln der Cordilleren und des Kaukasus nicht aus Trachyt, wie man früher glaubte, sondern einem dem Trachite ähnlichen Gesteine bestehen, das Rose Andesit genannt hat. Die dunkelgraue oder schwarze, feinkörnige, dichte oder selbst hyaline Grundmasse dieser Gesteine ist sehr weich und leicht zermalmbar und besteht, wie es scheint, hauptsächlich aus Albit oder an einigen Stellen, wie namentlich am Kasbeck und Ararat, aus Oligoklas. In dieser Grundmasse sind ausserordentlich zahlreiche kleine weisse Krystalle der beiden Feldspatharten eingestreut. Hierzu kommen noch viele kleine schwarze nadelähnliche Krystalle von Hornblende und Magneteisen, was dem Gesteine ein ganz eigenthümliches Ansehen giebt. Hinsichtlich seiner Structur durchläuft der Andesit alle Stufen von granitähnlichem Ansehen bis zu glasähnlicher Masse, und durch eigenthümliche Abänderungen, die man mit dem Namen Trachydolerit belegt hat, geht er einerseits in Dolerit und andererseits in Trachyt über. §. 220.

Die an Kieselsäure reichsten Varietäten der trachytischen Gesteine sind durch von Richthofen neuerdings unter dem Namen Rhyolith unterschieden worden. Die dichte Grundmasse, die oft einem Email oder Glase ähnlich sieht, enthält 70 bis 80 Procent Kieselerde und zeigt oft ausgeschiedene Krystallkörner von Sanidin, Oligoklas, Glimmer und §. 221.

reinem Quarz. Es sind meistens dunkle Gesteine, die häufig Porphyren ähnlich sehen, in anderen Fällen mandelartige Ablagerungen enthalten, die aus Quarz oder Chalcedon bestehen und dem Gesteine eine so ungleichartige Härte verleihen, dass es zu Mühlsteinen verbraucht wird. In allen diesen Mühltrachyten ist die Grundmasse ausserordeutlich zellig, röthlich, gelblich oder graulich, und ausser den grösseren Concretionen finden sich überall kleine faserige Sphärulitkugeln in der Masse zerstreut. Auch schiefrig oder bimssteinartig werden diese Rhyolithe, die in Ungarn besonders ausgebildet sind, häufig und nicht minder zeigen sie oft säulenförmige oder plattenförmige Absonderungen, während gewisse Varietäten einen matten, erdigen Bruch haben und in thonige Massen übergehen.

§. 222. Der Perlit ist gewissermaassen der Pechstein der Trachytgebilde; — er stellt wie dieser eine Masse von glasigem oder perlmutterglänzendem Ansehen dar, in welcher aber Körner von meist concentrisch schaliger Structur sich ausscheiden, so dass die Masse zuletzt aus lauter kleinen, fast gleich grossen Kügelchen besteht, die gedrängt auf einander liegen und nur wenig Raum für eine dazwischen liegende Grundmasse darbieten. Beudant hat die verschiedenartigen Uebergänge des Perlits, für dessen Studium die Gegenden von Tokay und Schemnitz in Ungarn die classischen Localitäten bieten, eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und namentlich Schalenperlit, Kugelperlit, Pechsteinperlit etc. unterschieden. Alle diese Varietäten gehen aber durch fast unmerkliche Modificationen in einander über, so dass man von fast vollständig geflossenem Glase in faserig glasigen Schlacken, die den Bimssteinen am nächsten stehen, bis zu zersetzten erdigen Massen alle möglichen Uebergänge findet.

§. 223. Der Obsidian ist ein wahrhaftes vulcanisches Glas von dunkelgrüner, dunkelbrauner oder schwarzer Farbe, meist durchaus gleichförmig, von muscheligem Glasbruche mit scharfkantigen, durchscheinenden Bruchstücken, das einen bedeutenden Ueberschuss an Kieselerde enthält und nur zuweilen blasig, porphyrisch oder verwaschen sphäroidisch wird, wo dann Krystalle von Feldspath oder Glimmer in seinem Inneren sich entwickeln, so dass man solche Gesteine dann mit dem Namen Obsidianporphyre belegt hat. In anderen Fällen füllen sich die Blasenräume mit Mandeln aus und gewöhnlich gehen die Ströme, in welchen der Obsidian aus den Kratern der Vulcane ausgeflossen ist, nach oben in zellige Lava über. Vor dem Löthrohre bläht sich der Obsidian bedeutend auf und bildet blasige schlackenartige Massen, die auf die Entstehungsweise des Bimssteins am besten hinweisen. Der Bimsstein ist in der That weiter nichts als eine aufgeblähte vulcanische Schlacke von schaumig schwammiger Structur,

die bald runde, bald durch das Fliessen langgestreckte Zellenräume hat und dann ein faseriges Ansehen bekommt. Die Bimssteine finden sich theils als lose Auswürflinge der Vulcane, theils auch, wie ächte Schlacken, an der Oberfläche der Laven, namentlich der Obsidianströme.

Eine eigenthümliche Abart der Trachyte bilden die Phonolithe oder Klingsteine, harte, dichte, compacte Gesteine von meist grünlicher, graulicher oder schwärzlicher Farbe, die gewöhnlich eine dickschiefrige Structur haben und sich in hell klingende Platten spalten lassen. Der Bruch ist wachsartig oder splitterig. Kein Gestein giebt unter dem Hammer einen solchen auffallend hellen, klaren Ton, wie die Phonolithe. Ihre Grundmasse besteht, ausser häufigen Beimischungen von Nephelin, aus zwei feldspathartigen Mineralien, einem in Säuren unauflöslichen, welcher Sanidin ist, und einem Zeolithe, der wahrscheinlich Mesotyp sein dürfte und bei der Zersetzung die Kieselerde in gallertartiger Masse ausscheiden lässt. Da die Verwitterung die zeolithische Masse stärker angreift, so enthalten die Phonolithe um so mehr löslichen Feldspath, je weniger sie verwittert sind. Sanidin und Hornblende kommen häufig in kleinen Krystallen in der Masse vor, so dass dieselbe zuweilen porphyrisch wird. In anderen Fällen werden die Phonolithe erdig und ähneln dann sehr den Domiten oder Perliten, von denen sie sich aber durch ihre theilweise Löslichkeit in Säuren unterscheiden. Gewöhnlich aber zeigen sie eine tafelförmige Plattenabsonderung, die sich bis zur Schieferstructur steigert — zuweilen selbst in so hohem Grade, dass sie an einigen Orten wie im Puy de Dôme und in den Monts Dores als Dachschiefer benutzt werden, die indess immer sehr grob bleiben, da ihre Spaltbarkeit nicht so weit geht, als die der gewöhnlichen Dachschiefer. Die Phonolithe kommen besonders in Central-Frankreich, in den hohen Rhön, in der Lausitz und in Böhmen vor und bilden gewöhnlich stockähnliche Massen mit senkrecht abgesetzten Wänden, die zuweilen mit dem Basalte in näherer Beziehung stehen, obgleich keinerlei Uebergänge zwischen beiden Gesteinen stattfinden. §. 224.

Die basaltischen und trachytischen Gesteine, die wir in ihren Abarten bisher betrachteten, sind alle mehr oder minder vulcanischen Ursprungs und durch Spalten oder Krater in feuerigem Flusse aus der Tiefe der Erde hervorgedrungen, indem sie die Sedimentablagerungen durchbrachen. Man findet deshalb fast überall in der Nähe der Spalten und Risse, durch welche diese Massen hervorbrachen, Conglomerate, Breccien, Puddinge und ähnliche Massen, welche dadurch erzeugt wurden, dass die aufdringenden feuerigen Ströme die Trümmer der durchbrochenen Gesteine in sich aufnahmen und von allen Seiten umgaben. Es giebt deshalb eine Menge von Trümmergesteinen, die wir §. 225.

hier nicht näher erwähnt haben, da sie je nach der Natur der durchbrechenden wie der durchbrochenen Massen ein verschiedenes Ansehen besitzen. Ein näheres Studium ist aber besonders dann am Platze, wenn es sich um die Erforschung der vulcanischen Wirkungen im Einzelnen handelt.

Am Schlusse der Behandlung dieser Gesteine könnte man uns fragen, warum wir die Laven nicht abgehandelt haben. Es ist hierauf zu antworten, dass unter dem Worte Lava kein bestimmtes Gestein verstanden werden kann, sondern dass man mit diesem Ausdrucke Alles bezeichnet, was im geschmolzenen Zustande von einem wirklichen Vulcan, von einem Krater oder einer Ausbruchsöffnung ausgeworfen oder ausgespieen wird. Fast alle basaltischen und trachytischen Gesteine, die wir bisher abgehandelt haben, können ausser ihrem sonstigen Auftreten in stockartigen Massen und Gangausfüllungen auch als wirkliche Lavaströme gefunden werden, und man findet deshalb Lavaströme von geschmolzenem Trachyt, Andesit, Obsidian, Phonolith, Dolerit und Basalt, die je nach der Natur und Lage der einzelnen Vulcane bald in früheren, bald in späteren Zeiten ausgespieen wurden und ebenso, wie die Muttergesteine selbst, sich in zwei Reihen, eine kieselerdereiche und eine kieselerdearme spalten.

8. Metamorphische Schiefer.

§. 226. In den Gesteinen, welche wir in dieser Gruppe zusammenfassen, findet sich gewissermaassen die Grenze zwischen den bisher betrachteten Massen plutonischen Ursprunges und den Sedimentgesteinen, welche sich durch Ablagerung aus dem Wasser gebildet haben. Bei allen Glimmergesteinen herrscht schiefrige Absonderung vor und gewöhnlich lässt sich auch förmliche Schichtbildung in ihnen nachweisen. Nichtsdestoweniger ist die Structur ihrer Masse mehr oder minder krystallinisch und deutet darauf hin, dass entweder die Elemente, welche sie bildeten, sich wenigstens in solchem Zustande befanden, der ihren Molekülen freie Beweglichkeit genug gestattete, um zu Krystallen anzuschiessen, oder dass durch nachträgliche Einwirkungen der ursprüngliche Zustand der Gesteine modificirt wurde.

Der Glimmerschiefer (*Micaschiste*) ist ein schiefriges Gestein, aus Quarz und vielem Glimmer zusammengesetzt, das sich in grossen schichtenförmigen Ablagerungen trennt und durch unzählige Uebergänge mit den Gneissen verbindet. Bald herrscht der Quarz, bald der Glimmer vor, und letzterer oft so sehr, dass die Masse fast nur aus Glimmerschuppen besteht, dadurch den höchsten Grad der Theilbarkeit erreicht und äusserst leicht zerfällt. In denjenigen Glimmerschiefern, in welchen durch mehr Quarzgehalt die Consistenz bedeutender ist, sieht man dennoch oft die schiefrige Structur so weit vorgeschritten, dass sie zu Dach-

schiefern benutzt werden können. Der Quarz findet sich dann meist nicht mehr in Körnern, sondern in Lamellen und Blättchen in der Masse, die gewöhnlich durch beigemengte Eisensalze dunkelgrau oder schwärzlich gefärbt ist, aber des Glimmers wegen stets einen schillernden Glanz hat. Häufig findet sich der Glimmerschiefer in den grösseren Gebirgsstöcken im Umkreise der granitischen Centralstöcke in solcher Weise, dass der Granit in Gneiss und der Gneiss in Glimmerschiefer übergeht, welcher seinerseits wieder nach und nach in andere schieferartige Gebilde und namentlich in Thonschiefer mit Versteinerungen sich umsetzt. Schon aus dieser Schichtenfolge, wie aus anderen Erscheinungen und namentlich auch aus der Gegenwart von Versteinerungen, die, wenn auch höchst selten, in ächten Glimmerschiefern sich finden, geht hervor, dass diese wohl alle zu den metamorphischen Gesteinen gehören dürften und dass sie erst durch spätere Einwirkung in den krystallinischen Zustand übergeführt wurden, der ihnen von Anfang an nicht zukam. Uebrigens geht aus ihrer Structur, sowie aus der Bildung der von Glimmerschiefer zusammengesetzten Gebirgsstöcke deutlich hervor, dass dieselben niemals in feuerigem Flusse gewesen seiu können, da die Glimmerschiefermassen im Grossen lange scharfe Kämme und Gräten bilden, deren Durchschnitt eine spitze Pyramide darstellt, an welcher gewöhnlich die eine, dem inneren Centralkerne zugekehrte Wand auf ihrem senkrechten Absturze die Schichtenköpfe zeigt, während die andere Wand der Pyramide dem Abfalle der Schichten entspricht. Eingesprengte Mineralien finden sich in den Glimmerschiefern äusserst häufig, wie denn auch namentlich auf der Grenze zwischen ihnen und den Gneissen sich die hauptsächlichsten Erzgänge und metallischen Ablagerungen finden. Von besonderer Wichtigkeit sind unter diesen eingesprengten Mineralien der Feldspath, der Chlorit und der Talk, indem durch die allmälige Anhäufung dieser mineralischen Elemente der Uebergang in Gneiss, Chloritschiefer und Talkschiefer bedingt wird. Andererseits kommen, wenn auch seltener, durch Anhäufung von Quarz und Kalk, Uebergänge in Quarzite und schiefrige Kalke vor. Unter den eingesprengten Mineralien, nach welchen man auch häufig einzelne Varietäten benannt hat, sind besonders Granat, Graphit, Eisenglimmer und Hornblende zu nennen. Die Granaten namentlich werden an einzelnen Orten so häufig, dass die Grundmasse des Glimmerschiefers nur wie ein Cement zwischen den Granaten erscheint. Solche Schiefer heisst man auch Granat-Schiefer, während diejenigen, in welchen Eisenglimmer vorherrscht, Eisenglimmerschiefer genannt wurden.

Der Chloritschiefer ist ein dickschiefriges, mehr oder minder dunkelgrünes, sehr weiches und mildes Gestein, in welchem der Glimmer nach und nach durch Chlorit ersetzt wird. Er findet sich hauptsächlich in der Nähe der Serpentingesteine und steht etwa in demselben Verhältnisse zu diesen, wie der Glimmerschiefer zu den gewöhnlichen §. 227.

Graniten. Indessen finden sich mannigfaltige Uebergänge zu den Glimmerschiefern sowohl, wie zu den Talkschiefern vor.

Wenn der Chlorit sich zu einer grauen bis schwärzlichen weichen Masse verfilzt, die sich leicht schneiden lässt, ein grünlichweisses Pulver giebt, vollkommen unschmelzbar und kaum geschichtet ist, so wird das Gestein Topfstein (*Pierre ollaire*; Lavezstein) genannt. Dieser Topfstein wird namentlich in der Dauphiné und in Chiavenna zn vortrefflichen feuerfesten Oefen und groben Töpfen bearbeitet. Mittelst besonderer Instrumente schneidet man einen Block dieses Topfsteines in der Weise, dass stets ein Schnitt um den anderen concentrisch herumgeht und spaltet dann die Masse durch einen geschickt angebrachten Hammerschlag so, dass der Stein in eben so viel in einander geschachtelte Töpfe aus einander springt, als man Schnitte vorgezeichnet hat.

§. 228. Der Talkschiefer (*Stéaschiste*) zeichnet sich vor den übrigen Schiefergattungen durch den eigenthümlichen Fettglanz und das weiche, seifenartige Anfühlen aus, welches allen Talkgesteinen zukommt. Er ist ein Gemenge von Talk und Quarz, meist grünlich oder graulich und steht etwa in demselben Verhältniss zu den talkhaltigen Graniten oder Protoginen, wie die gewöhnlichen Glimmerschiefer zu den Graniten. Gewöhnlich herrscht der Quarz in diesen Schiefern etwas vor; — in anderen Fällen aber ist der Talk durchweg schuppig und blätterig nnd dann erhält man eine undeutlich schiefrige weiche Masse.

§. 229. Der Kalkglimmerschiefer oder Blauschiefer, der zuerst von Saussure unterschieden wurde, findet sich hauptsächlich in den Centralalpen, sowie in den Alleghanies in Nordamerika und ist ein schiefriges Gestein, in welchem Kalk und Quarz eine körnige Grundmasse bilden, die durch schuppigen Glimmer die tafelförmige Spaltbarkeit erhält. Der Quarz des Glimmerschiefers wird also in diesem Gesteine nach nnd nach durch Kalk ersetzt, und in der That findet man dann Uebergänge, wo der Kalk mehr und mehr zunimmt, der Glimmer zurücktritt und die Schichten endlich in Kalkschichten übergehen, die nur wenige Glimmerschüppchen noch enthalten.

Auf der anderen Seite gewinnt der Quarz zuweilen die Oberhand in dem Glimmerschiefer und es entstehen dann sehr harte durchscheinende Gesteine, die in mannigfachen Uebergängen zwischen den Glimmerschiefern einerseits und den reinen Quarzfelsarten andererseits spielen. Ein solches Zwischengestein ist unter dem Namen Aventurin bekannt, und es ist nicht selten, namentlich in den Alpen, eine Bank von Glimmerschiefer zu sehen, welche allmälig sich in reinen Quarzfels umwandelt.

Die Serpentinschiefer, welche eben so wie die Chloritschiefer, in die gewöhnlichen grünen Schiefer der Alpen übergehen, die Hornblenden und Strahlsteinschiefer, die wir alle schon früher bei den betreffenden

Hauptgesteinen erwähnten, gehören ihrer Entstehung nach ebenfalls zu dieser Gruppe.

9. Quarzgesteine.

Der Quarzit oder Quarzfels, dessen allmälige Uebergänge aus dem glimmer- oder feldspathhaltigen Mineralien man fast überall leicht verfolgen kann, erscheint unter mehrfachen Gestalten, obgleich er meist nur seiner grössten Masse nach oder auch gänzlich aus reiner Kieselerde besteht. Die Masse des Quarzites ist gewöhnlich weiss; nur zuweilen graulich, röthlich oder gelblich, die Structur bald dicht, bald feinkörnig, bald schiefrig, so dass von hyalinisch durchscheinenden Massen bis zu Quarziten, die deutlich aus einzelnen Körnern bestehen und bei der Verwitterung in unzusammenhängenden Sand zerfallen, alle möglichen Zwischenstufen sich finden. Zuweilen erscheinen die Quarzite sogar porphyrisch, namentlich an solchen Stellen, wo sie aus Feldspathen hervorgehen, wo dann der Feldspath einzelne Krystalle in der Quarzmasse bildet. In den schiefrigen Quarziten oder Quarzschiefern findet sich gewöhnlich Glimmer in bestimmter Lagerung, die eben das schiefrige Verhalten bedingt. §. 230.

Eine besondere Varietät des Quarzites stellt der Itakolumit oder Gelenkquarz dar, der namentlich in Brasilien sehr verbreitet ist, dann aber auch am Ural vorkommt und überall sich dadurch auszeichnet, dass er die wahrhafte Lagerstätte der Diamanten bildet, die man gewöhnlich in den Geröllen dieses Gesteines aufsucht. Der Itakolumit ist ein feinkörniger Quarz, in dessen Masse die Quarzkörner überall von Glimmer- oder Talklamellen umgeben werden, so dass die dünnen Platten, in welche sich das Gestein spaltet, eine elastische Biegsamkeit haben.

Mit ihm am nächsten verwandt sind mancherlei Schichten, die besonders in Sandsteingebieten als Einlagerungen zwischen den übrigen Sandsteinen sich finden und wo die krystallinischen Quarzkörner ebenfalls wieder durch Quarzmasse mehr oder minder mit einander verbunden sind.

Wesentlich verschieden von den Quarziten sind die eigentlichen Kieselschiefer, da in diesen diejenige Varietät des Quarzes ausgebildet ist, welche die Flintensteine und Kiesel bildet, die man meistens mit dem Namen Hornstein bezeichnet. Die Kieselschiefer bilden splitterige, sehr harte, unschmelzbare Gesteine von schmutzig weisser oder grauer Farbe, welche oft fleckig und flammig werden, gewöhnlich sehr ausgezeichnet geschichtet und in dünnen Platten auf einander gelagert sind, wobei sie die seltsamsten Windungen annehmen. Sie finden sich besonders häufig als Einlagerung zwischen Thonschiefern, zu welchen sie mannigfaltige Uebergänge bilden, und einzelne Varietäten von ihnen §. 231.

enthalten nicht selten eine bedeutende Quautität von Kohle, die ihnen eine schwarze Farbe verleiht.

§. 232. Die Flint- oder Feuersteine treten nur selten in Form von schmalen Schichten, am häufigsten dagegen als isolirte rundliche Knollen, namentlich in der weissen Kreide auf und zeigen einen vollkommen muscheligen, schimmernden Bruch, graue, gelbe oder schwärzliche Hornfarbe und scharfkantige Bruchstücke, die an den Ecken durchscheinend sind. Im Inneren ist die Masse fast homogen, während die äusseren Schichten dieser Kiesel wolkig, unrein werden und nach und nach in eine erdige Masse übergehen, die sich allmälig mit der umgebenden Kreide vereinigt. Die organischen Körper, welche in der Kreidemasse abgelagert wurden, bieten meistens die Anhaltspunkte für diese Knollen von Kieselerde, nnd viele Feuersteine sind nichts Anderes als Anhäufnngen von Kieselschalen mikroskopischer Pflänzchen nnd Thierchen, welche durch eine gleichförmige Kieselmasse zusammengebacken sind. Die sogenannten Kieselguhre, lose, feinpulverige, sandartige Massen von weisser Farbe und höchst feinem Pulver, sind fast reine Ansammlungen solcher mikroskopischer Kieselschalen, die indessen nicht zusammengebacken sind wie die Polirschiefer, und in dem Trippel wird das kieselige pnlverige Element, welches mit Thon gemischt ist, ebenfalls ans solchen mikroskopischen Schalen gebildet.

§. 233. Der Mühlstein (Süsswasserquarz, Limnoquarzit, *Quarz meulière*) bildet eine eigene Abart der Quarzite, wo innerhalb einer harten, zelligen und porösen Quarzmasse noch festere Concretionen von Quarz, Halbopal oder Chalcedon eingeschlossen sind, die meistens eine rundliche Mandelform besitzen. Die Schichtung dieser Massen ist gewöhnlich undeutlich, ihre Farbe grau und mancherlei Einschlüsse, wie Pflanzenabdrücke und verkieselte Süsswassermuscheln, weisen darauf hin; dass diese Massen am Grunde von Seen oder Teichen, zwischen Thon und Sand, innerhalb dem sie sich gewöhnlich finden, abgelagert wurden. Man benutzt die härteren Varietäten besonders als Mühlsteine, wozu sie der härteren Knoten in einer schon harten Grundmasse wegen besonders geeignet erscheinen.

§. 234. Als besondere Quarzite können wir noch den Jaspis anführen, der durch seine hellen Farbenbänder sich besonders auszeichnet und namentlich in der Nähe von Sandsteinen, die mit Graniten in Berührung sind, oder wie in Oberitalien als Begleiter der Serpentine zu finden ist; ferner den Prüfstein, der durch seine schwarze Farbe nnd eigene feine Rauhigkeit von den zu probirenden edlen Metallen winzige Partikelchen abreibt, so dass die Farbe des Striches auf der schwarzen Unterlage, den Gehalt der Legirungen an Gold, Silber und Kupfer approximativ angiebt; — den Halbopal, der in der böhmischen Ter-

tiärformation und in Ungarn kleine Stöcke von schiefriger Structur bildet, in welchen man häufige Versteinerungen findet; den Hornstein, der fast immer poröse Massen von seltsam rauhem und knorrigem Ansehen bildet, die besonders in Sachsen in der Nähe der Serpentine sich häufiger finden und endlich den Kieselsinter oder Kieseltuff, welcher durch Absätze süsser Quellen, besonders in Island und Neuseeland sich bildet.

10. Kalkgesteine.

Der kohlensaure Kalk gehört zu den wenigen Mineralspecies, welche für sich allein grosse Massen von Gebirgen und mannigfaltige, eigenthümliche Felsarten bilden, bei deren Unterscheidung man wesentlich die Aggregationszustände in das Auge fassen muss. Wir rechnen indess zu den Kalkgesteinen auch solche Massen, bei welchen, wie bei den Dolomiten, noch andere Bestandtheile hinzutreten, der kohlensaure Kalk aber immer die Hauptmasse des Ganzen bildet. Alle Kalkgesteine sind geschichtet oder waren wenigstens ursprünglich geschichtet und haben diese Schichtung erst durch spätere Einflüsse eingebüsst; die meisten enthalten Versteinerungen, viele in solcher Menge, dass die ganze Masse nur aus den fossilen Körpern hergestellt erscheint. Alle lösen sich unter Aufbrausen in stärkeren Säuren auf, wobei sie ihre fremdartigen Bestandtheile zurücklassen. §. 235.

Krystallinische oder körnige Kalksteine, auch Urkalke genannt, haben meist ein eigenthümliches Aussehen, welches die Masse wie Zucker erscheinen lässt. Das Korn dieser Kalksteine ist sehr verschieden, ebenso ihre Farbe, Härte und Zähigkeit. Bekanntlich unterscheiden sich die verschiedenen Marmorarten, welche den Typus der krystallinischen Kalksteine bilden, ausserordentlich in dieser Hinsicht; meist sind diese Gesteine weiss, spielen aber auch in das Graue und Röthliche, und unter besonderen Umständen (wie es scheint, wenn sie der Infiltration organischer Substanzen ausgesetzt gewesen sind), bieten sie auch schwärzliche Farben dar. Der Bruch dieser krystallinischen Kalksteine ist glänzend, stark schimmernd, die Körner mehr oder minder durchscheinend, und der Marmor, seines Gebrauches zur Bildhauerarbeit wegen, um so mehr geschätzt, je weisser seine Farbe und je durchscheinender und gleichförmiger sein Korn ist. Fremde Mineralien finden sich sehr häufig eingesprengt, namentlich beobachtet man öfter Bleiglanz, Eisenkies, Schwerspath, Graphit, Apatit, Granat, Flussspath, Hornblende oder Glimmerblättchen in der Masse. Der Glimmer nimmt zuweilen überhand (Cipollin), wodurch dann Uebergänge zu dem erwähnten Blauschiefer gebildet werden; — in anderen Fällen nimmt der Gehalt an Kohlenstoff oder an brenzlichen Substanzen in dem Kalksteine so zu, dass er ganz schwarz wird und beim Schlagen stinkt, in welchem Falle man ihn öfter Anthrakonit genannt hat. Meistens

scheint der Marmor das Resultat einer späteren Umänderung eines ursprünglich geschichteten Kalksteines zu sein, dessen Schichtung und Versteinerungen sich mehr oder minder verloren haben, so dass der weisse Marmor stockartige Massen bildet, welche unregelmässig sich zerklüften.

§. 236. Der Oolithenkalk stellt eine eigenthümliche Form des concretionirten Kalkes dar. Er besteht aus lauter kleinen, kugelförmigen, zusammengebackenen Körnern, die zuweilen mehrere schalenförmige Hüllen darbieten und nicht übel dem Laiche gewisser Fische gleichen, daher der Name. Zuweilen werden diese eierähnlichen Körner so gross wie Erbsen, wo sie dann Pisolithe oder Sprudelsteine (vom Karlsbader Sprudel, der sie ausgezeichnet schön bildet) genannt werden; meist aber zeigen sie sich nur stecknadelkopfgross, mit einer grossen Menge von Fossilien untermengt. Die Oolithenkalke sind ungemein weit verbreitet und erscheinen deshalb unter sehr verschiedenem Ansehen; meist sind sie ziemlich hart, fest und zeigen einen compacten, körnigen Bruch. Die Oolithe geben meist sehr gute Bausteine ab; ihre Farbe ist gelblich, zuweilen bläulich oder blaugrau; in den jurassischen Gebilden namentlich treten sie in grossen Massen auf.

§. 237. Die Kreide zeigt einen erdigen Bruch, kaum körnige Beschaffenheit und scheint, nach Ehrenberg's Beobachtungen, fast einzig aus mikroskopischen Schalen kleiner mikroskopischer Urthiere, der Polythalamien oder Rhizopoden, zu bestehen. Die Schalen dieser Thiere, die man auch Foraminiferen genannt und irrthümlich unter die Cephalopoden, in die Nähe der Dintenfische und der Sepien gesetzt hat, finden sich in ungeheurer Menge in der Kreide nicht nur, sondern auch in anderen ähnlichen Felsarten, und es wird immer wahrscheinlicher, dass aller Kalk, der concretionirte und der krystallinische ausgenommen, nur aus Theilen fossiler Thiere besteht, und somit die Alten mit dem Axiome „*omnis calx ex vivo*" Recht hatten. Man unterscheidet, je nach dem verschiedenen ökonomischen Gebrauche, verschiedene Arten von weisser Kreide, die aber meist nur zu der grösseren oder geringeren Menge von sandigen Massen oder zu der Festigkeit derselben Bezug haben.

Die Kreide mengt sich mit manchen anderen Bestandtheilen, mit Thon sehr oft, in anderen Fällen mit Chlorit, wo man sie unter dem Namen der mergeligen oder chloritischen Kreide (Glauconit) unterschieden hat. Die chloritische Kreide ist meist sandig, mit vielen Quarztheilen gemengt, grünlich, gelb, selbst schwarz und untauglich zu ökonomischem Gebrauche.

§. 238. In den sogenannten compacten Kalksteinen, welche grosse Länderstriche und ganze Gebirgsketten bilden und meistens grau, weiss

oder gelblich sind, erscheint die Masse zwar vollkommen dicht oder feinkörnig, so dass sie einen muscheligen Bruch hat; wenn man sie aber unter dem Mikroskope untersucht, so sieht man, dass sie in der That nur ein Aggregat von einer Unzahl feiner Kalkspathkrystalle ist, welche sich nach allen Richtungen krenzen. Der bekannte lithographische Schiefer von Solenhofen in Baiern liefert das beste Beispiel eines solchen vollkommen dichten und homogenen Kalksteines, der dennoch bei starker Vergrösserung nur aus Spathkryställchen zusammengesetzt erscheint. Eingesprengte Mineralien finden sich nur äusserst selten, dagegen sehr häufig Versteinerungen aller Art und oft Gänge und Adern, die gewöhnlich mit grobem krystallisirtem Kalkspathe, zuweilen auch mit Quarz angefüllt sind. Theils durch die Häufung dieser angefüllten Gänge und Adern, theils durch die zahlreichen Versteinerungen, die mit Spath gefüllt sind und oft die seltsamsten Figuren bilden, entstehen dann jene Steinarten, welche man im gemeinen Leben ebenfalls als Marmore bezeichnet und die oft ebenfalls ihrer Härte wegen eine ausgezeichnete Politur annehmen. Man kann diese falschen geäderten Marmorarten auf der Stelle an den verschiedenfarbigen, sie durchziehenden Bändern, an der Ungleichförmigkeit ihres Kornes und, wenn sie einfarbig sind, an der Undurchsichtigkeit ihrer Substanz erkennen, während die ächten krystallinischen Marmorarten stets an ihren Rändern etwas durchscheinend sind. Zuweilen finden sich Kalksteine, in welchen eine Menge von eckigen Bruchstücken oder Geröllen von Muscheln und anderen Petrefacten so angehäuft sind, dass die dichtere Kalkmasse, welche sie verbindet, fast gänzlich dagegen verschwindet. Man nennt solche zusammengebackene Haufen von Fragmenten und zersplitterten Versteinerungen, welche gewöhnlich unter dem Einfluss starker Strömungen und Brandungen sich gebildet haben, Breccien- oder Lumachellenkalk.

In vielen Fällen wird der compacte Kalkstein ebenso wie der krystallinische von Erdöl und Bitumen durchdrungen, so dass er einen wahren Stinkstein bildet. An einzelnen Orten, wie zu Seyssel in Frankreich, Val de Tavers in der Schweiz, Hall in Tyrol, häuft sich das Erdpech so innerhalb der Kalksteine an, dass der Kalkstein theils direct zu wasserdichtem Mörtel verwendet, theils auch ausgesotten werden kann oder mit Sand und flüssigerem Erdöl gemischt, zu Trottoirs und anderen Belegungsmassen verarbeitet werden kann. In seltenen Fällen findet sich statt dieses Erdpechs reine Kohle oder Anthracit, wodurch der Kalkstein dann eine gänzlich schwarze Farbe ohne bituminösen Geruch erhält und als schwarzer Marmor verarbeitet wird, in dessen Masse weisse Spath- und Quarzadern oft sehr gefällige Zeichnungen hervortreten lassen.

Die Uebergänge der compacten Kalksteine in andere Gesteine §. 239.
sind äusserst mannigfaltig und gehen meist daraus hervor, dass zu dem

Kalke Thon, Kieselerde oder Magnesia treten. Ausserdem zeigen sich noch manche andere Abweichungen, welche durch die Structur bedingt werden. So ist der **Grobkalk** eigentlich nur eine Abart des compacten Kalksteines, von dem er sich durch ein zelliges maschiges Wesen unterscheidet; die vielen grösseren und kleineren Löcher in diesem Kalksteine rühren meist von Versteinerungen her, die nach und nach verloren gegangen sind, und das Ganze bildet dann eine grobkörnige, unreine, weissliche, gelbliche oder bräunliche Masse, die indess trotz der vielen Höhlungen eine bedeutende Festigkeit besitzt und als Baustein deshalb und ihrer leichten Bearbeitung wegen sehr geschätzt ist.

§. 240. Nicht so weit geht die Porosität in den **Süsswasserkalken**, die zwar gewöhnlich dicht und erdig sind, in denen sich aber doch häufig eine Menge feiner Löchlein finden, die gewöhnlich röhrenförmig nach oben in senkrechter Richtung verlängert sind und darauf hindeuten, dass diese Kalksteine in seichten sumpfigen Teichen und Seen abgelagert wurden, wo eine beständige Gasentwickelung vom Boden aus stattfand, wie wir dies jetzt auch noch in Tümpeln und Teichen wahrnehmen. Die Luftbläschen, welche emporstiegen, drängten sich durch die halbweiche Absatzmasse hindurch und liessen so diese feinen Röhrchen und Löchelchen zurück, deren Zahl noch dadurch vermehrt wird, dass die Wasserfäden und Algen und alle die sonstigen Pflänzchen, welche auf dem Boden solcher Gewässer sich finden, ebenfalls von dem abgesetzten Kalkschlamme umschlossen wurden und nachher allmälig aus der Masse herausfaulten. Meist finden sich in diesen Süsswasserkalken eine Unzahl von Versteinerungen, die von Süsswasserschnecken und Muscheln und von kleinen Schalenkrebsen herrühren, welche solche Gewässer bevölkern.

§. 241. An manchen Orten haben sich diese Süsswasserkalke als sogenannte **Travertine** entwickelt, dichte gelblichweisse Kalksteine von grosser Festigkeit, welche vielfache parallele Blasenräume einschliessen und sehr häufig eine concentrisch schalige Structur zeigen, indem sie sich um Kieselconcretionen oder Pflanzenstellen absetzen. In anderen Fällen nehmen die durch Verwitterung der Pflanzentheile, um welche sich die Kalkmasse ansetzte, gebildeten Blasenräume so zu, dass die ganze Textur des Gesteines schwammig erscheint, in welchem Falle man es dann als **Tuff** oder **Trass** bezeichnet; trotz des grossen Ueberhandnehmens der Höhlungen in ihrer Masse sind diese Trasse dennoch oft sehr fest und werden, da sie der Verwitterung durchaus nicht ausgesetzt sind, das Wasser überall durchlassen, besonders zu solchen Bauten benutzt, wo man trockene und feste Erdmauern aufführen will. Die Bildung dieser Kalksinter aus stark kalkhaltigen Gewässern wird meistens noch durch die in dem Wasser wachsenden Moose und Algen

begünstigt, welche die überschüssige Kohlensäure an sich ziehen und dadurch den Niederschlag des schwerer löslichen einfach kohlensauren Kalkes begünstigen.

Eine besondere Modification der Sintergestalten sind noch die Stalactiten, meist zapfenförmige, oft sehr bizarre Gestalten, die sich durch das Verdunsten kalkhaltiger Wasser, die von den Decken der Höhlen tropfen, an der Decke bilden, während die ihnen entsprechenden Stalagmiten einen Fussboden in den Höhlen darstellen. Die Structur dieser Sintergebilde ist concentrisch schalig und die einzelnen Schalenlagen sind aus meist kleinen körnigen Krystallen zusammengesetzt.

Durch Aufnahme von Thonerde wird der Kalkstein gewöhnlich schiefrig und geht so allmälig in die Kalkschiefer über, die meistens sich durch eine eigenthümliche wellenförmige Structur auszeichnen. Der Kalkstein bildet nämlich flache Wülste oder Linsen, um welche der Thonschiefer so herumgezogen liegt, dass das ganze Gestein als ein Conglomerat aus wellenförmigen Platten erscheint, deren Zwischenräume mit Kalklinsen ausgefüllt sind; meist ist die Absonderung dieser Masse durchaus blätterig, in anderen Fällen aber sind Kalk und Schiefer mit einander verschmolzen und bilden dann dickere Platten, die, wenn sie gehörig fest sind, als geäderter Marmor ausgebeutet werden. §. 242.

Nimmt der Kalkstein Thon in seiner Masse auf, so wird er meist grau, sein Bruch fein erdig matt, der Geruch beim Anhauchen oder Befeuchten thonig, und beim Behandeln mit Säure bleibt ein bedeutender Rückstand. Je mehr das Verhältniss der Thonerde zunimmt, desto weicher und leichter verwitterbar werden diese Mergelkalksteine, die oft im Inneren der Massen noch vollkommen fest erscheinen, an der Luft aber nach kurzer Zeit in graue oder blaue Erde zerfallen, welche sich mit Wasser zu einem kurzen Teige anrühren lässt und unter dem Namen Mergel bekannt ist. Durch das Aufbrausen mit Säuren lassen sich diese Mergel stets leicht von den eigentlichen Thonen unterscheiden. §. 243.

Fast alle Süsswasserkalke enthalten schon eine gewisse Quantität Kieselerde; nimmt dieselbe stark zu, so entsteht der sogenannte Kieselkalkstein, welcher meist eine zellige oder röhrige Structur hat, hart und klingend ist und eine Menge von Quarz auf allen Oberflächen seiner inneren Höhlungen ausgeschieden zeigt. Er geht unmerklich in den Süsswasserquarz über und wird sehr häufig wie dieser zu Mühlsteinen benutzt. §. 244.

In den meisten compacten Kalksteinen findet sich eine geringe Quantität von Magnesia, die aber oft in so bedeutender Menge zu- §. 245.

nimmt, dass dadurch ein besonderes Gestein gebildet wird, welches man **Dolomit** genannt hat. Die ächten Dolomite bestehen aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, die in der Weise zu einem Doppelsalze verbunden sind, dass beide Basen gleiche Mengen von Sauerstoff enthalten, ein Verhältniss, welches dem Gewichte nach etwa durch 46 Procent kohlensaure Magnesia und 54 Procent kohlensauren Kalk dargestellt wird. In vielen Fällen können wohlgeschichtete Gesteine von dieser Zusammensetzung, die also wahre Dolomite sind, nur durch die chemische Analyse von compacten Kalksteinen unterschieden werden, und es unterliegt dann keinem Zweifel, dass diese Dolomite, welche auch, wie die übrigen Kalksteine, viele Versteinerungen enthalten, wirklich in diesem Zustande und in dieser Zusammensetzung aus dem Wasser abgeschieden wurden.

In anderen Fällen kommen durchaus compacte Dolomite vor, welche einen erdigen Bruch, graue, gelbe oder braune Farbe haben, sich von den compacten Kalken nur durch eine gewisse Rauhigkeit im Anfühlen unterscheiden und in ihrem Inneren häufig kleine Höhlungen enthalten die mit feinkörniger pulveriger Substanz ausgefüllt sind. Diese Höhlungen nehmen zuweilen so zu, dass daraus die sogenannte **Rauchwacke** entsteht, eine blasige, zellige, zerfressene Masse, die oft bituminös und stinkend ist und aus deren Höhlen gewöhnlich der zu Sand und Asche zersetzte Dolomit durch die Tagwasser ausgewaschen ist.

Am interessantesten in geologischer Beziehung sind die **krystallinischen Dolomite**, welche oft täuschend den krystallinischen Kalken gleichen, wie diese einen glänzenden perlmutterartigen Bruch zeigen, aber meist eine besondere Rauhigkeit fühlen lassen, welche von einer eigenthümlichen Anordnung der kleinen Krystalle herkommt, die ihre Substanz zusammensetzen. Diese Krystalle nämlich haben meist zugespitzte Enden und gruppiren sich so unter einander, dass stets einige mit ihren Spitzen um einen Mittelpunkt stehen. Es entstehen dadurch kleine von Spitzen umstarrte Höhlungen, die fast den Krystalldrusen im Kleinen gleichen, wenn auch mit dem Unterschiede, dass hier die Krystalle nicht auf der Wand der Druse angeheftet sind, sondern vielmehr, dass sie aus der Masse des Gesteins selbst hervorragen. Diese eigenthümliche Anordnung der Krystalle im Dolomite wird durch die Verwitterung, wenn sie nicht zu gänzlichem Zerfallen führt, noch deutlicher, und da bei dieser anfänglichen oberflächlichen Verwitterung die Krystalle noch mehr hervortreten, so wird dadurch auch die ursprüngliche Rauhigkeit noch vermehrt. Der Dolomit spaltet und zerklüftet sich leicht, die aus ihm gebildeten Berge gleichen oft einem Haufen von Zuckerstücken, die unregelmässig auf einander geschüttet wurden. Es scheint, als ob diese Zerklüftung eine einfache Folge jener chemischen Umwandlung des ursprünglich abgelagerten Kalksteines in Dolomit sei, wo die Hälfte der Kalkerde durch Bittererde ersetzt

wurde, die ein geringeres Volumen einnimmt, wodurch also nothwendig hohle, leere Räume und endlich Klüfte entstehen mussten. Die Farbe der Dolomite, deren Korn und Consistenz sehr verschieden sein kann, ist meistens weiss, zuweilen schwärzlich. Im Verhältniss zu den Kalken sind die Dolomite nur wenig entwickelt, wenn auch für den Geologen, eben dieser scheinbaren Umwandlung und Ersetzung der Kalkerde durch Bittererde wegen, von dem höchsten Interesse. Fossile findet man nur selten im Dolomite, meist nur ihre Abgüsse; die etwa erhaltenen Schalen enthalten an einzelnen Orten ebenfalls Bittererde, ein Beweis, dass diese später in das Gestein eingeführt wurde, da die Schalen und Knochen der Thiere sonst nur wenige Bittererde enthalten.

Es giebt schiefrige Dolomite, die ihr Ansehen namentlich einer bedeutenden Beimischung von Talk verdanken, wodurch sie ein glänzendes Aussehen und glatte Absonderungsflächen erhalten. Die talkigen Dolomite des Gotthard, welche eine Lagerstätte der mannigfaltigsten Mineralien bilden, gehören dieser Felsart an.

11. Gypsgesteine.

Der schwefelsaure Kalk erscheint in der Natur unter zwei Formen, als wasserfreier schwefelsaurer Kalk, als Anhydrit, oder als schwefelsaures Kalkhydrat, als Gyps, welcher sich nur dadurch chemisch von dem Anhydrit unterscheidet, dass er 21 Proc. Wasser enthält. §. 246.

Der Anhydrit gleicht in seinem äusseren Ansehen sehr dem krystallinischen Kalk, dessen Structur und weisse, graue oder blaue Farbe er hat, unterscheidet sich aber sogleich durch sein Verhalten gegen Säuren, indem er nicht aufbraust. Er ist merkwürdig besonders in technischer Hinsicht durch seinen Gehalt an Steinsalz, welches fast nie fehlt, und oft in so grosser Menge darin vorkommt, dass es mit Vortheil daraus gewonnen werden kann. Oft bildet das Steinsalz mehr oder minder compacte isolirte Massen darin, meist aber ist es in der ganzen Substanz zerstreut und nur durch Auslaugung darstellbar.

In den Thonmergeln findet man häufig sogenannte Trippsteine, eigenthümlich gewundene Concretionen, die aus Anhydrit bestehen und etwa den Silexconcretionen in der Kreide verglichen werden können.

Das Hydrat des schwefelsauren Kalkes, der Gyps, ist weit häufiger als der Anhydrit, zumal da letzterer bei längerem Aussetzen an der Luft und bei Aufnahme von Wasser sich in Gyps umwandelt. Es giebt Gypsbrüche, welche eigentlich in Anhydrit angelegt sind, die man eine Zeit lang ausbeutet und dann ruhig der Einwirkung der Atmosphäre überlässt, welche allmälig die oberflächlichen Anhydritschichten in Gyps wandelt. Es scheint sogar wahrscheinlich, dass der §. 247.

meiste Gyps, den man jetzt findet. sich ursprünglich als Anhydrit bildete. Nur selten ist der Gyps ganz dicht, meist erscheint er flaserig oder späthig. Die Farbe geht vom rein Weissen durch alle Töne von grau, gelb, und braunroth — häufig ist er mit Thon, Erdpech und Glimmer gemengt. In anderen Fällen mischt er sich mit kohlensaurem Kalk in verschiedenen Proportionen, und bald sind diese Kalke, wie in den Alpen, unächte Marmorarten, bald selbst, wie in der Nähe von Paris, sehr reich an Fossilen.

Der reine körnige Gyps, der dem Marmor einigermassen ähnlich sieht, heisst Alabaster. Die rundlichen Körner scheinen wie eingeschmolzen in eine weiche, durchscheinende Masse von fettigem Glanze, die sich mit dem Nagel ritzen lässt. Er wird bekanntlich zu mancherlei Kunstsachen verarbeitet, aber weit weniger geschätzt, als der Marmor, dem er an Härte, feiner Politur und schönem Korne weit nachsteht.

12. Steinsalz.

§. 248. Das Steinsalz bildet meist eine durchscheinende hyalinische Masse von metallischem Atlasglanz, die aus verwirrt durch einander gelagerten Krystallen besteht und meistens eine rein körnige, zuweilen auch blätterige oder faserige Structur zeigt. Es ist gewöhnlich durch etwas schwefelsauren und salzsauren Kalk und Bittererde verunreinigt und muss deshalb zu dem ökonomischen Gebrauche meist umkrystallisirt und gereinigt werden; zudem ist es in der Natur nur selten ungefärbt, sondern meist gelblich, grün, blau oder violett, und bietet zuweilen in seinem Inneren Höhlungen, die von Wasser angefüllt sind, in welchem eine kleine Luftblase schwimmt. Selten nur enthält das Steinsalz Versteinerungen, doch hat man an einigen Orten Infusorien, Rhizopoden, ja selbst Muscheln und Schnecken darin nachgewiesen, und oft enthält es einen kleinen Antheil von Erdpech. Zuweilen bildet das Steinsalz für sich allein imposante Massen, Stöcke und Lager, gewöhnlich aber ist es unregelmässig in Bänder, Schichten oder Knollen zwischen Gyps, Anhydrit, Thon und Mergel abgelagert. Die Hauptlagerstätte des Steinsalzes findet sich in dem triasischen System, welches auch deshalb häufig den Namen Salzgebirge erhalten hat, was indess nicht ausschliesst, dass Steinsalz auch in anderen Formationen vorkommen kann, wie denn die gewaltigen Ablagerungen von Wieliczka in der Tertiärformation sich finden.

13. Eisensteine.

§. 249. Die Eisenerze kommen in den verschiedensten Formen und Zusammensetzungen vor, uud obgleich sie nur selten grössere Massen

oder gar eigenthümliche Berge bilden, so sind sie doch einestheils so wichtig für die Industrie, und anderentheils wirklich so bedeutend hinsichtlich ihres Antheils an der Bildung der Erdrinde, dass sie hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden können.

Der Spatheisenstein, Siderit oder Braunkalk, bildet für sich §. 250. allein hier und da einzelne Hügel und liefert unmittelbar ein schmiedbares Eisen, so dass man ihn auch Stahlerz genannt hat. Er besteht hauptsächlich aus kohlensaurem Eisenoxydul, meist mit Kalk, Kieselerde und Silicaten gemengt und verunreinigt. Er ist meist compact, mehr oder weniger fest und körnig, zuweilen selbst blätterig und krystallinisch von gelblichgrauer oder gelblichbrauner Farbe und schmilzt vor dem Löthrohre in braunrothe Körner, die den Magnet anziehen. In der Steinkohlenformation findet er sich sehr häufig in Form von Nieren und Nestern, die zuweilen so zusammenfliessen, dass sie förmliche Schichten bilden. Sein Bruch ist dann erdig, die Farbe grau metallisch, das Pulver gelblich. Diese Eisennieren (*Fer en rognons*) haben oft eine mit krystallinischen Massen ausgekleidete Höhlung im Inneren oder eine Versteinerung als Kern. Zuweilen findet sich der Spatheisenstein in ähnlichen Verhältnissen, dem Kalksteine gegenüber, wie der Dolomit, und scheint dann nur eine nachträgliche Metamorphose des Kalkes zu sein. In den Klüften und Spalten die er als Gangmasse ausfüllt, findet er sich in krystallinischer Masse.

Der Magneteisenstein findet sich meist im Gneisse in Form §. 251. von Bänken und platten Gängen, und ist von allen Eisenerzen dasjenige, welches zur Stahlbereitung am meisten geschätzt wird. Schweden und Norwegen haben die bedeutendsten Massen dieses Gesteines. Es besteht aus einer Mengung von Eisenoxydul nnd Eisenoxyd, die compacte, blätterige oder krystallinische Massen bildet, eine schwärzliche Farbe hat und meist nicht nur sehr stark vom Magnet angezogen wird, sondern auch selbst magnetisch ist.

Das Eisenoxyd stellt sich bald als blätterige Masse von grauer §. 252. Farbe und starkem Metallglanze dar, wo es Eisenglanz oder Eisenglimmer genannt wird, bald als Rotheisenstein oder Blutstein, wo es compact erdig, von braunrother Farbe ist und sehr häufig nur als erdige zerfallende Masse in den Gängen sich findet.

Im letzteren Falle verbindet es sich meist in mehr oder minderer Quantität mit Thonerde, da es dann die weiche Textur der festeren Mergelarten erhält nnd als Rothstift benutzt wird. Die bekannte Siegelerde von Lemnos gehört zu diesen Blutsteinen.

In ähnlicher Weise verbindet sich auch der Eisenglimmer zuweilen mit Kieselerde und bildet schiefrige Massen, die aber nur durch

ihren grösseren Gehalt an Eisen sich von den gewöhnlichen Kieselschiefern unterscheiden.

§. 253. Der Brauneisenstein ist Eisenoxydhydrat, dem meistens etwas Mangan, Kiesel, Thon oder Kalk beigemengt. Er ist meist dicht, von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe, giebt ein braunes Pulver und findet sich als Eisenocker, in faseriger Form als Glaskopf oder in Form von Nieren und Lagern im Thon.

Das Bohnerz (*Fer pisolitique*), das meist nur eine besondere Modification des Brauneisensteines bildet, zuweilen aber auch als halbkieselsaures Eisenoxyd auftritt, findet sich sehr häufig in fast allen Formationen in Form kleiner Körner, die meist eine concentrisch schalige Structur zeigen und in ihrer Grösse von derjenigen eines Stecknadelknopfes bis zu der einer Faust und mehr wechseln. Die Bohnerze scheinen in einigen Gegenden das Product heisser Quellen, an andern eine nachträgliche Umwandlung von Schwefelkiesen zu sein.

Dem Bohnerze nahe verwandt ist der häufig Phosphorsäure haltige Raseneisenstein (Limonit, Sumpferz), der sich jetzt noch beständig in Torfmooren und nassen Wiesen bildet und zu dessen Ausscheidung sowohl die Pflanzenwurzeln, als auch namentlich kleine gepanzerte Zellenpflänzchen, die Gaillonellen, Veranlassung geben.

§. 254. Die Eisenkiese (*Pyrites de fer*), unter welchen man meist zwei Arten, den goldgelben Schwefelkies und den weisslichen Wasserkies, unterscheidet, finden sich in Gängen in krystallinischer Form, und enthalten meist andere Metalle eingesprengt, denen zu Liebe sie ausgebeutet werden. Man benutzt sie zur Darstellung von Schwefel und Schwefelsäure.

14. Fossile Brennstoffe.

§. 255. Die fossilen Brennmaterialien bilden zwar eigentlich keine besonderen Gesteine; da aber ihr Gebrauch so wichtig und ihre Aufsuchung und Gewinnung in unseren Tagen von den grössten Folgen für die Industrie und Wohlhabenheit eines Landes ist, so erscheint es nöthig, hier kurz auf die verschiedenen Arten derselben einzugehen, um so mehr, als einige derselben wirklich in bedeutender Masse in die Structur der Erdrinde mit eingehen.

§. 256. In den Torfen unterscheidet man meist noch die pflanzliche Structur. Sie bilden bräunliche oder schwärzliche erdige Massen, in welchen die Pflanzensubstanz meist in Humussäure umgewandelt ist, und ihre tägliche Entstehung beweist, dass sie namentlich aus Moosen und Gräsern, mithin aus holzlosen Pflanzen und deren Wurzeln sich bilden, was indess nicht ausschliesst, dass man oft darin auch Bruch-

stücke grösserer Sträuche und Bäume trifft. Die Torfe brennen meist mit Flamme und Hinterlassung einer leichten Kohle, die bald in braune, eisenhaltige Asche zerfällt. Bei der Destillation geben sie Essigsäure, eine Art Oel und brennbare Gase in geringer Qnantität. Man findet sie in grosser Menge besonders in den nördlichen Gegenden in Becken, wo die Gewässer nicht gehörigen Abfluss haben.

Die Braunkohle (*Lignite*) zeigt schon älteren Ursprung als der Torf, und somit auch wesentlichere Veränderungen. Sie bildet oft ziemlich mächtige Schichten, in welchen man oft noch die Form der Baumstämme, die Früchte, stets die Structur des Holzes wieder erkennt. Meist ist durch die Compression eine blätterige Absonderung bemerklich, die Farbe gewöhnlich schwarzbraun erdig; zuweilen ist die Braunkohle in eine förmliche erdige Masse zersetzt (Umbererde), in anderen Fällen ähnelt sie im Gegentheile durch einen harzigen Glanz der Steinkohle (Pechkohle); zuweilen ist sie durch Infiltration versteinernder Massen so verhärtet, dass sie sich poliren und zu dunkelfarbigen Verzierungen benutzen lässt. Sie brennt mit viel Flamme, russigem, übelriechendem, erstickendem Rauche und lässt nach der Flamme eine leichte Kohle. Sie ist als Brennmaterial nicht so gesucht als die Steinkohle, aber immer ein treffliches Ersatzmittel des Holzes. §. 257.

Die Steinkohle (*Houille*) bildet eine sammetartig schwarze, zerbrechliche, auf vielen Flächen schimmernde Masse, die mit Leichtigkeit brennt, starke Flammen wirft und dabei sich so aufbläht und schmilzt, dass die einzelnen Stücke zusammenbacken. Sie giebt bei der Destillation Oelgas, Harz, Pech und keine Essigsäure, wie die Braunkohlen, dagegen Naphthalin. Die auf diese Art gebildete Kohle, die bei der gänzlichen Verbrennung nicht mehr flammt, hat Metallglanz, ist hart, leicht und zellig, und wird Coke genannt. Je nach ihrer Anwendung zur Heizung, zur Gasbeleuchtung, zu Hochöfen und anderen ökonomischen Zwecken unterscheidet man viele Varietäten von Steinkohlen, die namentlich je nach der Leichtigkeit ihres Brandes, der Qualität des Gases und der Cokes etc. geschätzt werden, und für welche fast jeder Ort seine eigenthümliche Bezeichnung hat. Die Steinkohlen bilden meist mächtige Schichten, die oft schiefrig sind. §. 258.

Der Anthracit (Glanzkohle) zeigt die höchste Stufe von Fossilirung des Kohlenstoffes. Er ist schwarz, meist von metallischem Glanze; brennt nur schwierig ohne Flamme und Rauch, wobei er meist in Stücke springt, giebt bei der Destillation kein Gas und keine pechartigen Substanzen, entwickelt aber ungemein viel Hitze und ist deshalb namentlich für Hochöfen gesucht, wo man ihn, um ihn zum Brennen zu bringen, mit Steinkohle oder Holz mengt. Er ist offenbar §. 259.

durch eine weitere Veränderung der Steinkohle erzeugt, und nicht selten sieht man diese letztere in der Nähe von plutonischen und basaltischen Gesteinen in Anthracit übergehen. In den metamorphischen Schichten der älteren Ablagerungen kommt nur selten Steinkohle, meist Anthracit vor; ein Beweis, dass die Ursache, welche den Metamorphismus bedingte, auch auf die Natur der Steinkohle grossen Einfluss ausübte.

§. 260. Der **Graphit** endlich oder das **Wasserblei** kann nur uneigentlich zu den fossilen Brennmaterialien gerechnet werden, da er bekanntlich nicht brennt. Der Kohlenstoff, der ihn grösstentheils zusammensetzt, scheint in ihm in einem eigenthümlichen Zustande sich zu befinden, der vielleicht bedingt ist durch die Verbindung mit Eisen, das den Graphit als eigentliches Element mit bilden hilft.

---

§. 261. Es giebt noch eine eigenthümliche Classe von Gesteinen, die einzig nur nach ihrer äusseren Erscheinung, nach den Gestalten, unter welchen sie auftreten, unterschieden werden können und bei welchen weder die Structur, noch die Zusammensetzung genügende Anhaltspunkte gewähren. Meist giebt bei diesen Felsarten die äussere Form zugleich Winke in die Hand, aus denen man auf ihre Entstehung schliessen kann, und gewöhnlich haben sie sich in der Art gebildet, dass sie durch Zertrümmerung früherer in anderer Weise gestalteter Ablagerungen entstanden sind, welche durch spätere Einflüsse zu Neubildungen verwandt wurden. Man hat diese Gesteine auch als **klastische Gesteine** bezeichnet und ihr charakteristisches Kennzeichen besteht gewöhnlich darin, dass Bruchstücke verschiedener Natur in einer Grundmasse oder einem Cämente eingebacken sind, durch welches diese Bruchstücke wieder zu neuen Massen zusammengeklebt werden. Die Kräfte, wodurch diese Gesteine umgebildet wurden, sind hauptsächlich zweierlei Art. Die einen, welche wir schon oben bei den verschiedenen Gesteinen als Conglomerate, Breccien und Tuffe erwähnten, sind gewöhnlich aus der Eruption feuerflüssiger Materialien hervorgegangen, oder durch gewaltige Erschütterungen und Reibungen erzeugt worden. Diejenigen Gesteine, welche wir jetzt noch zu betrachten haben, verdanken im Gegentheile ihre Neubildungen dem Wasser und bestehen meistens aus gerollten oder zerriebenen Bruchstücken, welche unter dem Wasser sich wieder schichteten und durch Absonderung aus der Flüssigkeit verbunden wurden.

15. Sandsteine.

§. 262. Man unterscheidet je nach der Grösse und Form der darin eingebackenen Fragmente:

Conglomerate oder Puddinge. Fragmente von verschiedener Gestalt, aber mehr oder minder abgerundet, aus der Zerstörung anderer Felsarten hervorgegangen, sind in einem fremdartigen Mörtel eingebacken. Diese Fragmente können von der verschiedensten Art und ebenso die Bindemasse bald kalkig, thonig oder kieselig sein. Oft hält es schwer, diese Puddinge von den Mandelsteinen zu unterscheiden, was in manchen Fällen sehr wichtig ist, da nothwendig bei den Conglomeraten die Fragmente vor der Bindemasse bestanden haben müssen, während sie in den Mandelsteinen gleichzeitig oder später entstanden sein können. Die Puddinge sind meist Erzeugnisse wässeriger Ablagerungen; die Fragmente finden sich darin abgerundet als Rollsteine. Man findet die Puddinge meist an der Grenze der Formationen, wo zuweilen die oberen Schichten der älteren Formation zertrümmert sind, und diese Trümmer zu einer Masse durch die Ablagerungen der neueren Formation zusammengebacken wurden. Die Bindemasse ist in den exclusiv sogenannten Conglomeraten meist thonig oder thonig-kieselig, mehr oder weniger sandsteinähnlich, und es finden sich überhaupt alle möglichen Uebergänge von den groben Puddingen, die zuweilen fussgrosse Stücke einschliessen, bis zu den Sandsteinen, die ein gleichförmiges Korn besitzen.

Die Nagelfluhe (Gompholit) ist eine Felsart, die namentlich in §. 263. der Schweiz in bedeutenden Massen entwickelt ist und sich nur dadurch von den gewöhnlichen Puddingen unterscheidet, dass die Bindemasse nicht thonig oder kieselig, sondern kalkig ist und mit Säuren aufbraust. Die Consistenz dieser Nagelfluhen ist sehr verschieden; die härtesten werden als Mühlsteine benutzt, die meisten sind insofern unbrauchbar, als die Bindemasse leicht verwittert und die einzelnen Conglomerate dadurch lose werden.

Die Breccien (*Brèches*) unterscheiden sich nur dadurch von den §. 264. Conglomeraten und Puddingen, dass die in der Grundmasse eingebackenen Fragmente nicht rund, sondern eckig sind. Meist unterscheidet man sogar diese Breccien nur in besonderen Fällen, wie namentlich die Knochenbreccien, die sowohl in tertiären als älteren Ablagerungen häufig vorkommen und aus einer Unzahl von Knochen und Schalenstücken gebildet sind, welche durch einen gemeinsamen Mörtel vereinigt werden. Auch vulcanische Breccien unterscheidet man öfter, wenn die vulcanischen Durchbrüche an den Wänden der Schlote die umstehenden Gesteine zerbröckelt und in ihre feuerflüssigen Massen eingeschlossen haben.

Die eigentlichen Sandsteine bieten ein gleichförmiges Korn §. 265. dar, dass durch eine Bindemasse zu einem compacten Gesteine verbun-

den ist. Die Festigkeit dieses Mörtels bedingt einzig die Verschiedenheit zwischen dem wahren Sande, sei er nun mehr oder weniger fein, und den Sandsteinen — letztere sind nur ein durch Mörtel verbundener Sand, und das Korn des Saudsteines hängt von der Grösse der Sandkörner ab, welche durch den Mörtel vereinigt wurden. Mau unterscheidet, je nach der Natur der Körner und des Mörtels, mehre einzelne Arten von Sandsteinen.

§. 266. So unterscheidet man ziemlich allgemein unter dem Namen von Psammiton diejenigen Sandsteine, welche bei thonig-kieseligem Mörtel neben don Kieselkörnern auch noch Glimmerblättchen enthalten, die meist nach einor gewissen Richtung gelagert sind und dadurch dem Sandstein ein schiefriges Gefüge geben. Das Schimmern des Glimmers unterscheidet die Psammite leicht von den übrigen gewöhnlichen Sandsteinen, welche nur Quarzkörner enthalten. Die Psammite kommen namentlich in den älteren Formationen oft als Begleiter der Steinkohlen vor.

§. 267. Kieselige Sandsteine, dessen Mörtel aus Kalk besteht, werden Molasse genannt. Sie sind namentlich iu der Nähe der Alpen in grosser Mächtigkeit entwickelt, meist von grünlicher Farbe und sehr verschiedener Härte. Sie verhalten sich zu der Nagelfluhe, wio die gewöhnlichen Sandsteine zu den Puddingen.

Der Macigno ist nur eine Abart der Molasse, seine Bestandtheile sind dio nämlichen, seine Härte nur etwas grösser.

16. Thongesteine.

§. 268. Wir begreifen unter dieser Kategorie eine Reihe von Gesteinen, deren Zusammensetzung äusserst wechselnd ist und die oft, wie die sandigen Gesteine, nur das Resultat einer noch weiter getriebenen mechanischen Reduction früher vorhandener Gebilde scheinen.

Man unterscheidet verschiedene Thongesteine, deren Unterschiede einerseits aus der verschiedenen Festigkeit, andererseits aus besondors charakteristischen Einmischungen hervorgehen.

§. 269. Der plastische Thon (Pfeifenerde, *Terre glaise*) ist ein inniges Gemenge von Kieselerde und Thonerde, das mit Wasser einen zähen Teig bildet, sich in alle Formen bringen lässt und im Feuer hart und unbrauchbar zu fernerem Anrühren mit Wasser wird. Die Farben des plastischen Thones sind ausserordentlich verschieden, je nach den verschiedenen Metallsalzen, die ihm beigemengt sind; ebenso seine Güte, da er meist Beimischungen von Sand oder anderen körnigen Bestandtheilen enthält, die ihm zuweilen seine seifige Beschaffenheit ganz rauben.

Die Walkererde (*Terre à foulon*) ist nur eine Abart des plastischen Thones, die Magnesia enthält und begierig fettige Massen aufsaugt, weshalb man sie zum Entfetten der Gewebe und der Wolle besonders benutzt. Sie bildet mit Wasser nur einen kurzen Teig, der nicht so bildsam ist als der plastische Thon.

Der plastische Thon verliert manchmal durch fremdartige Beimischungen mehr oder minder seine bildsame Beschaffenheit und die Fähigkeit einen recht zähen Teig mit Wasser zu bilden; — man bezeichnet ihn in diesem Falle mit dem Namen Lehm (*Limon*).

Zuweilen enthält der Thon eine bedeutende Menge von Eisenoxyd, das ihm eine gelbe, braungelbe und selbst rothe Farbe giebt. Diese verschiedenen Ockerarten, deren feinste die Sienaerde ist, sind als Farben im Handel gesucht.

Die verschiedenen Thonschiefer sind nichts anderes als verhärtete Thone, die meist durch Compression oder durch die Erstarrung an sich die schiefrige Structur erhalten haben. Dies ist um so gewisser, als man alle verschiedenen Uebergänge, von dem weichsten Thone, der in grossen Massen abgelagert ist, bis zu den härtesten Schiefern, in demselben Gesteine und bei vollkommen gleicher Zusammensetzung beobachten kann, da sie oft bei der Verwitterung wieder ächten plastischen Thon erzeugen. Die gewöhnlichen Thonschiefer schmelzen leicht vor dem Löthrohre, bilden mehr oder minder feste Massen, die nur bis auf einen gewissen Grad theilbar sind und oft die pseudo-reguläre Structur besitzen, wodurch sie sich in scheinbar regelmässige, rhomboidale Stücke zerlegen und bei fortschreitender Verwitterung in plastischen Thon zerfallen. Sie haben meist eine graue, ins Bläuliche ziehende Farbe, und gehen an der Luft, durch Oxydation des in ihnen enthaltenen Eisens, ins Gelbe und Rothe über. §. 270.

Die Dachschiefer (*Ardoise*) sind nur eine Abart der gewöhnlichen Thonschiefer, und dadurch charakterisirt, dass ihre Theilbarkeit wirklich bis ins Unendliche fortgeht. Sie enthalten, wie die gewöhnlichen Thonschiefer, eine Menge anderer Mineralien in bedeutender Quantität eingesprengt. §. 271.

Der Wetzschiefer (*Coticule*) ist eine andere Abart der Thonschiefer mit beschränkter Theilbarkeit und bedeutendem Gehalte an Kieselerde, die ihm öfters einen muscheligen Bruch und eine gewisse feine Rauhigkeit ertheilt, wodurch der Stahl abgenutzt und so die Schneide der Messer zugeschliffen wird. Der Wetzschiefer ist meist gelb und in dem Thonschiefer in Form von Gängen und Bänken abgelagert, die mit der Schichtung und nicht mit der Schieferung parallel gehen. Diese letztere ist sogar in den Wetzschieferbrüchen meist durch- §. 272.

aus unabhängig von der Schichtung und ebenso auch von der Umänderung des Thonschiefers in Wetzschiefer, dass dasselbe Schieferblatt meist von beiden Gesteinen enthält und die schiefrige Ablösungsfläche quer durch dieselben hindurchgeht — der beste Beweis, dass die schiefrige Structur erst eine Folge von Einflüssen war, welche nach der Ablagerung des Thones eintraten.

§. 273. Die **Grauwacke** ist ein eigentlicher Thonschiefer mit einem bedeutenden Ueberschusse von Quarz, der in Form von körnigen Massen darin abgelagert ist, deren Körnung aber doch nicht so weit geht, um einen wahren Sandstein daraus zu machen. Man kann zweifelhaft sein, ob man die Grauwacke zu den Sandsteinen oder zu den Thonschiefern rechnen soll, da sie gleich häufig in beide übergeht — ihr Platz scheint indess vielleicht besser bei den letzteren gewählt, weil die ächte Grauwacke stets schiefrige Textur zeigt. Die kieselige Beimischung giebt der Grauwacke eine eigenthümliche Rauhigkeit und Festigkeit; auch ihre Härte ist so bedeutend, dass sie meist am Stahle Funken giebt.

§. 274. Man hat die schiefrigen Gesteine im Allgemeinen unter dem Namen **Phylladen** begriffen; dann wieder diese Bezeichnung auf den Dachschiefer allein beschränkt und von den übrigen noch obenein unter dem Namen **Ampelite** mehre Gesteine getrennt, deren Hauptbestandtheil Thonschiefer ist, die aber noch andere charakteristische Mineralien enthalten. Hierher gehört namentlich der **Alaunschiefer** (*Ampelite alunifère*), der noch ausser Thonerde Schwefeleisen enthält, durch dessen Verwitterung und Zersetzung in der Hitze Alaun gebildet werden kann. Er wird namentlich in Thüringen und bei Saarbrück zu diesem Zwecke ausgebeutet. Meist enthält der Alaunschiefer auch noch Kohlenstoff, und oft nimmt dieser so überhand, dass er zu wirklichem Zeichenschiefer (*Ampelite graphique*) wird, der seines bedeutenden Graphitgehaltes wegen zu groben Bleistiften benutzt wird.

§. 275. Ebenso mischt sich der Thonschiefer zuweilen mit Kalk, wodurch die sogenannten **Kalkschiefer** (*Calschiste*) entstehen, die nichts Anderes als verhärtete schiefrige Mergel sind. Zuweilen enthalten diese Mergelschiefer bedeutende Mengen von Erdpech oder auch von Kupferglanz, wie namentlich im Mansfeldischen, wo diese bituminösen, kupferhaltigen Mergelschiefer unter dem Namen **Kupferschiefer** ausgebeutet werden.

Drittes Capitel.

Specielle Geognosie.

I. Allgemeines.

Es wurde schon früher bemerkt, dass die Erdrinde einer Mosaik §. 276.
könne verglichen werden, welche aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt sei, deren gegenseitiges Ineinandergreifen die Verschiedenheiten bedingt, welche man auf der Erdoberfläche hinsichtlich der mineralischen Bestandtheile beobachtet. Man kann unter den Stücken, je nach der Form, unter welcher sie auftreten, drei verschiedene Classen aufstellen.

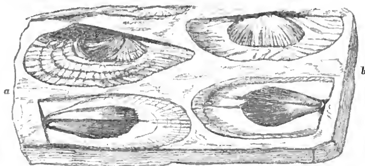
1. Schichten. Unter diesem Ausdrucke versteht man grosse, tafelförmige Stücke, welche in ihrer ganzen Ausdehnung so ziemlich dieselbe Dicke beibehalten nnd deren einschliessende Flächen mithin etwa parallel unter einander sind. Die Schichten haben im Allgemeinen dieselbe Dicke nnd auch dieselbe Zusammensetzung in ihrer ganzen Flächenausdehnnng, obgleich es vorkommen kann, dass geringe Abweichungen sich zeigen. Diese Gleichförmigkeit derselben Schicht in ihrer ganzen Flächenausdehnnng erstreckt sich aber nur in horizontaler, nicht in verticaler Richtung; die unten nnd oben liegenden Schichten sind oft sowohl in Structur und Dicke, als auch in Zusammensetzung gänzlich verschieden, nnd es kommt nicht selten vor, dass Schichten, welche offenbar in einem und demselben Gewässer sich abgesetzt haben, welche dieselben Versteinerungen einschliessen und mithin ganz analoge Entstehung haben, dennoch in allen mineralogischen Charakteren ausserordentlich von einander verschieden sind. Man sieht sogar nicht selten, dass solche unter sich verschiedene Schichten regelmässig mit einander abwechseln, und so gewisse Reihenfolgen darbieten, welche von oben nach unten in derselben Ordnung sich wiederholen. So kommt es z. B. häufig vor, dass ein schiefriger, blätteriger Thon in der Tiefe zum Vorschein kommt, auf welchem Bänke von Kalkstein liegen, die nnten schiefrig und mergelig sind und nach oben zu, immer dicker werdend, auch zugleich mehr

und mehr ihren Thongehalt verlieren, bis sich endlich nur dicke Kalkschichten finden. Plötzlich hören diese auf und von Neuem wiederholt sich die ganze Reihenfolge, uud so oft mehrmals hinter einander. Oft sogar sind die Abwechselungen noch häufiger, mehrfache Sand-, Kreide-, Kalk- und Mergelschichten wechseln mit einander ab, und dennoch zeigt die gegenseitige Verbindung dieser Schichten, ihre gemeinsame Erstreckung und die Gleichförmigkeit der in ihnen enthaltenen Fossilien, dass sie einer und derselben Bildungsepoche angehören.

§. 277. Die einzelnen Schichten, welche zusammen ein Ganzes bilden, sind von einander durch Absonderungsflächen oder Schichtungsklüfte geschieden, die nur selten so verklebt sind, dass beide Schichten an einander halten. Man darf mit diesen Schichten nicht gewisse Absonderungsflächen verwechseln, die sich sehr häufig in den Schichten zeigen, die geradlinig, parallel unter einander sind, dem Ganzen schiefrige Structur ertheilen nnd wie schon eben bemerkt, wahrscheinlich von seitlichem Drucke herrühren.

§. 278. Der Beweis für die Annahme, dass Schieferung aus irgend einem nach bestimmter Richtung hin wirkenden Drucke, der auch durch innere Ausdehnung hervorgebracht worden sein kann, hervorgegangen ist, zeigt sich häufig in der Verzerrung der darin enthaltenen Versteinerungen. So zeigen sich auf der Schieferplatte Fig. 60 vier Exemplare

Fig. 60.



Schieferplatte mit verdrückten und verzerrten Strophomenen.

einer Muschel, die in normalem unverändertem Zustande in Fig. 61 dargestellt ist. Der Druck hat in der Schieferplatte offenbar in der Richtung *a b* verschiebend gewirkt, so dass die eine dieser Muscheln der Quere, zwei der Länge nach und eine vierte in schiefer Richtung verzerrt ist. Oft sind diese schiefrigen Absonderungsflächen den Schichtflächen parallel (Fig. 62), meist aber, wie in der beistehenden Fig. 63,

unter gewissen Winkeln zu denselben geneigt. Zuweilen findet man selbst zwei verschiedene Systeme solcher Blättertheilungen in derselben Schicht, die sich dann unter gewissen Winkeln schneiden. In manchen Fällen können diese Blättertheilungen sogar weit auffallender werden, als die eigentlichen Schichtflächen, und es erfordert meist eine ins Einzelne eingehende Beobachtung und Vergleichung mit anderen Localitäten, um die Blätter von den Schichten unterscheiden zu können. So kommt es namentlich oft vor, dass in gewundenen Schichten, wo die einzelnen Platten vielfach im Zickzack in einander gebogen sind, die Schieferungsklüfte durchaus parallel unter einander sich fortsetzen, unbekümmert um die Schichtungsklüfte, Fig. 64. So sehen wir in dem nebenstehenden Durchschnitt eines doppelt gebogenen Schichtensystemes die Schieferungsflächen parallel in einer und derselben Richtung laufen, so dass sie die Schichten bei *a* fast unter rechtem Winkel durchsetzen, bei *b* aber ihnen parallel laufen. In allen solchen Verhältnissen wird die Unterscheidung ziemlich schwierig zwischen der Schichtung und der Schieferung, namentlich in der Nähe, wo oft die Regelmässigkeit der Schichtung nicht so deutlich hervortritt, als wenn man das Gebirge in einiger Entfernung betrachten kann.

Fig. 61.



Strophomena expansa aus den silurischen Schiefern.

Fig. 62.



Fig. 63.



Fig. 64.



Man unterscheidet an den Schichten verschiedene Flächen und Dimensionen, für welche besondere technische Ausdrücke eingeführt sind. Schichtflächen oder Seitenflächen heissen diejenigen Flächen, welche die Schicht bei horizontaler Lage von oben und unten begrenzen und gewöhnlich parallel unter einander sind. Thurmann hat diejenige Fläche der Schicht, welche in der normalen Lagerung §. 279.

sich unten befindet, die Hypoclive, die obere dagegen die Epiclive genannt. Gewöhnlich sind diese Flächen eben, in manchen Fällen aber krummflächig oder gefaltet, indem die Schichten bald wellenförmig gebogen, bald selbst winkelartig geknickt und im Zickzack gefaltet sind; gewöhnlich sind solche Biegungen und Knickungen zugleich mit Splitterung der Schichtenmasse selbst verbunden, indem die Schichten selten noch so weich waren in ihrer Masse, dass sie ohne Sprengung derartige Veränderungen ihrer ursprünglichen Lage ertragen konnten.

§. 280. Da die Schichten durch successiven Absatz aus dem Wasser gebildet sind, so folgt daraus nothwendig, dass die obenliegende die jüngere, die untenliegende die ältere ist und dass die Hypoclive der oberen Schicht, wenn sie nach der Erhärtung der Unterschicht abgelagert wurde, einen Abklatsch aller Unebenheiten dieser letzteren bilden muss, so dass die auf der unteren Epiclive befindlichen Vertiefungen als Erhöhungen, die Reliefs sich im Gegentheile als Vertiefungen darstellen müssen. Abgüsse dieser Art sind in der That nicht selten, indem die Epiclive oft Wellenfurchen darbietet, langgestreckte, parallele, wellenförmige Vertiefungen, die in der That, wie man auf seichtem Sandboden beobachten kann, von der Wellenbewegung hergestellt werden, oder Fussspuren, Thierfährten, oder Eindrücke von heftigen Gussregen, von aufgelagerten Krystallen, die später ausgelaugt wurden (z. B. Steinsalz), oder endlich indem Versteinerungen über die Fläche der abgelagerten Schicht hervorragen, über welche dann die Hypoclive der neuen Schicht sich abgiesst. Auch begegnet es häufig, dass die untenliegende Schicht sich zuerst spaltete und zerriss, so z. B. durch Austrocknung, und dass dann die überliegende Epiclive mit ihrer noch weichen schlammigen Masse in diese Spalten eindrang. Auch wenn die Epiclive durch Wasserströme oder sonstige Weise ausgewaschen oder gefurcht wurde, bietet die Hypoclive der jüngeren Schicht den Abklatsch dieser Bildungen dar.

§. 281. Ausser den so eben beschriebenen, durch den Absatz der Schichten selbst bedingten Bildungen der Schichtflächen finden sich aber noch andere, welche durch nachträglich einwirkende Ursachen bedingt werden. Hierzu gehören namentlich die Rutsch- und Schliffflächen, welche sich häufig auf solchen Schichten zeigen, die nicht mehr in ursprünglicher Lagerung sich befinden. Oft sind solche Rutschflächen spiegelglatt und mit parallelen Streifen und Riefelungen versehen, die sich über grosse Strecken geradlinig fortpflanzen. Zuweilen sind dann die Zwischenräume mit Infiltrationsmassen ausgefüllt, welche diese Riefelungen bei der Krystallisation abklatschten und sich dann als längliche Krystalle zeigen. Diese Rutschflächen sind ohne Zweifel der schiebenden und gleitenden Bewegung zuzuschreiben, welche die Lagenver-

ändernng der Schichten bedingte, ganz in der Weise wie wenn ein Haufen liegender Bretter aufgerichtet wird. Sie unterscheiden sich von ähnlicben Zuständen der Oberflächen, welche durch andere gleitende Massen wie z. B. durch Gletscher bedingt werden, leicht durch drei Charaktere:

1. sind die Rutschflächen den Schichtfläcben parallel, während die Gletscherschliffe dieselben in allen möglichen Richtungen schneiden können;

2. laufen die Riefelungen der Hebungsrichtung der Schichten parallel, während die Riefelungen der Gletscherschliffe tbalabwärts, d. h. in der Richtung des sich bewegenden Gletschers laufen;

3. finden sie sich im Inneren der Massive und zwischen den Schichten, während die Gletscherschliffe nur die Oberfläche der Massive betreffen.

§. 282. Die **Mächtigkeit** der Scbichten wird durch eine Linie, die in einem rechten Winkel von einer Schichtfläche zur anderen geht, bestimmt und ist ausserordentlich verschieden, da es Schichten giebt, welche eine kaum messbare Dicke besitzen, und andere, welche bis zu hundert Fuss und mehr anschwellen. Da die Scbichtungsklüfte durch einen zeitlichen Aufenthalt in dem Absatze der Materialien, welcbe die Schicht bilden, bedingt sind, so wird eben die Dicke der Schichten hauptsächlich von der Periodicität derjenigen Erscheinnngen abbängen, welche zur Bildung der Schicht beitrugen, weshalb dann auch an Uferbildnngen, wo mannigfaltige Ueberschwemmungen, Regengüsse u. s. w. bald grössere, bald geringere Quantitäten verschiedenartigen Materiales bringen, die Schicbten gewöhnlich eine unbedeutende Mächtigkeit haben, während sie dann, wenn sie auf hohem Meere erzeugt wurden; oft durch eine bedeutende Gleichförmigkeit ihrer Masse und grosse Mächtigkeit sich auszeichnen.

Im Allgemeinen laufen die beiden Schichtflächen parallel; — doch kommt es nicht selten vor, dass nach einer oder mehren Seiten hin die Schichtflächen allmälig znsammengehen, die Schicht immer dünner wird und zuletzt gänzlich aufhört, was man das **Auskeilen** der Schichten nennt. Es trifft sich diese Erscheinnng besonders häufig da, wo die Schichten in Becken abgelagert wurden, gegen deren Ränder zu sie dann nach und nach verschwinden.

Andere Schichten enden plötzlich mit wenig veränderter Mächtigkeit, indem sie entweder an andere Gesteine anstossen, was man das **Absetzen** der Schichten nennt, oder indem sie dnrch irgend eine Gewalt quer durchbrochen sind. Solche ausgehende Schichten zeigen dann auf den Durchbrüchen, welche man die **Schichtenköpfe** heisst, die innere Structur der Schicht stets auf das Deutlichste; gewöhnlich sind die Schichtenköpfe derjenigen Linie zugekehrt, nach

welcher die brechende Kraft hauptsächlich auf die Schichten gewirkt hat. Sind solche Abbrüche vollkommen senkrecht, also die Schichtenköpfe quer abgebrochen, so können sie leicht Täuschungen veranlassen, wie in der beigefügten Ansicht, wo der Geolog im Boote das

Fig. 65.



ihm entgegenstehende Vorgebirge für aus horizontalen Schichten zusammengesetzt halten könnte, während er von dem Platze des Fischers am Ufer sich überzeugen müsste, dass die Schichten stark vom Meere nach dem Lande hin einfallen. Die Hunnenfluh im Lauterbrunnenthale bietet ein überraschendes Beispiel dieser Art, indem horizontale Schichtenköpfe etwa 800 Fuss hoch über der Thalsohle in regelmässiger Folgerung auf einander gelagert scheinen. Erst auf der Seite nach Grindelwald zu sieht man, dass es ein übereinander gefaltetes Schichtensystem ist, dessen Lager wie Blätter eines gefalzten Buches übereinander liegen.

§. 283. Die Bestimmung der Lagerung der Schichten ist eine der wichtigsten Aufgaben für den Geologen. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass die meisten Schichten sich in horizontaler Lagerung abgesetzt haben. Befindet sich demnach eine Schicht noch in ihrer ursprünglich söhligen Lage, so lässt sich eben nur diese Horizontalität und die Mächtigkeit der Schicht bestimmen. Hat aber irgend eine spätere Gewalt die Schicht aus dieser ursprünglichen Lagerung verrückt — ein Fall, der ausserordentlich häufig eintritt, ja fast zur Regel gemacht werden könnte —, so muss diese Abweichung genauer bestimmt werden. Zu diesem Endzwecke bedarf es der Bestimmung zweier gerader Linien, welche in den Schichtungsflächen liegen; die eine dieser Linien ist die in der Schichtungsfläche gelegene Horizontallinie, man nennt sie die Streichlinie und fixirt dieselbe in der Weise, dass man ihre Abweichung von dem Meridiane des Beobachtungsortes bestimmt, was man das Streichen der Schicht nennt. Die andere Linie ist die Linie der grössten Neigung der Schichtungsfläche gegen den Horizont, man nennt sie die Falllinie und be-

stimmt das Einschiessen oder Einfallen der Schicht durch Angabe des Winkels, welchen die Falllinie gegen den Horizont macht, indem man zugleich die Weltgegend angiebt, nach welcher hin dieses Einfallen stattfindet. Die Bestimmung des Streichens der Schicht geschieht jetzt grösstentheils mit dem gewöhnlichen Handcompasse, während man früher dazu den sogenannten bergmännischen Handcompass benutzte, bei welchem der Horizont in zweimal zwölf Stunden und jede Stunde wieder in acht Striche eingetheilt ist, eine der unsinnigsten Eintheilungen, die man sich denken kann, da sie nur mit Mühe auf die gewöhnliche Eintheilung der Gradbogen reducirt werden kann. Trotzdem haben deutsche Geognosten und Bergleute diesen bergmännischen Handcompass ebenso beibehalten, wie die Engländer die unsinnige Eintheilung des Thermometers nach Fahrenheit. Bei dem gewöhnlichen bergmännischen Compasse sind nun Ost und West mit einander vertauscht und die Stunden in entgegengesetzter Richtung numerirt, so dass man bei der Beobachtung nur die Nordsüdlinie des Compasses der Streichlinie parallel zu halten braucht, um die Nadel auf die Stunde einspielen zu sehen, nach welcher die Schicht wirklich streicht. Eine solche Vertauschung der Ost-Westpunkte, verbunden mit widersinniger Zählung der Grade (von Norden weg nach links statt nach rechts), ist auch bei solchen gewöhnlichen Gradcompassen vorzuziehen, die man zu geognostischen Beobachtnngen branchen will, da in diesem Falle ebenfalls bei Einstellung der Nordsüdlinie auf die Streichnngslinie der Schicht die Nadel auf den Grad der Streichlinie einspielt und dieser unmittelbar abgelesen werden kann. Da indess die Nadel nur den magnetischen Meridian angeben kann, so muss man nach der bekannten Declination des Beobachtnngsortes später die beobachteten Streichlinien reduciren. Da gegenwärtig in ganz Europa westliche Declination herrscht, so geschieht diese Reduction leicht, indem man die Summe der Declination (z. B. 12 Grade) von der beobachteten Gradmenge abzieht. Den Fallwinkel bestimmt man durch ein kleines Bleiloth, welches gewöhnlich an dem Compass selbst angebracht ist. Gesetzt, in dem beigegebenen Plane einer Gebirgskette, Fig. 66 (a. f. S), sei *a* der krystallinische Kern, *b* die von ihm gehobenen Schichten, deren Schichtenköpfe diesem Kerne zugewendet sind, so würde die Linie *cd* die Streichungslinie, *ef* die Falllinie bezeichnen, und wenn erstere zugleich die Nordsüdlinie wäre, so würde durch die Worte „die Schichten streichen von Süd nach Nord und fallen in einen Winkel von so nnd soviel Grad nach Osten ein", die ganze Lagerung dieser Schichten auf das Genaueste bestimmt sein.

2. Gänge nennt man ausgefüllte Spalten, die sich zuweilen auch als platte oder abgerundete Ausstrahlungen von gewissen Gesteinen zeigen, welche in fremdartigen Felsarten eingeschlossen sind und deren Dicke und Zusammensetzung oft sehr wechselnd ist. Man erkennt meistens §. 284.

deutlich, dass diese Gänge erst nach der sie einschliessenden Felsmasse entstanden und in diese gleichsam injicirt oder infiltrirt worden sind, wo sie dann Spalten und Risse erfüllt haben. Zuweilen bilden sie gleichförmige Systeme, welche lauter parallele Richtungen zeigen, so dass man manchmal versucht sein könnte, sie mit Schichten zu verwechseln; ein Irrthum, der indess durch nähere Untersuchung leicht gehoben wird. Häufig kreuzen sie einander und meist sind dann die einander kreuzenden Gänge von verschiedenartigen Mineralien ausgefüllt. In vielen

Fig. 66.

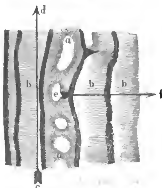
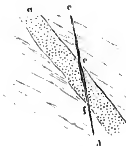


Fig. 67.



Schiefermasse von Wheal Alfred bei Gwineas. Der Porphyrgang *ab* ist nebst dem Schiefer von dem Zinnerzgange *cd* durchkreuzt, der zwischen *ef* besonders reich ist.

Gegenden sind die Gänge nach bestimmten Richtungen orientirt, welche meist mit den Hebungen des betreffenden Gebirges zusammenhängen, und namentlich die grösseren Erzgänge bieten oft auf weiten Strecken hin solche parallele Richtungen dar. Die kleineren Gänge oder **Adern** strahlen meist unregelmässig nach allen Richtungen hin aus und verlieren sich häufig durch Spaltung und Verzweigung in sogenannte **Ausläufer**. Man bestimmt die Lagerung der Gänge ganz in gleicher Weise, wie diejenige der Schichten, da sie als Spaltenausfüllungen eine entsprechende Gestalt haben. Aus der Bergmannssprache hat man die Ausdrücke söhlig für wagerecht, seiger für senkrecht zuweilen herüber genommen, während man zugleich bei horizontalen oder geneigten Gängen und Schichten das Oberliegende das **Hangende** (franz. *toit*) und das Unterliegende das **Liegende** (franz. *mur*) nennt. Bei seigeren Gängen giebt es natürlich kein Hangendes und kein Liegendes. Dergleichen Ausdrücke spielen zuweilen in neueren geologischen Schriften mit „Glück auf!", „Vor Ort" und ähnlichen ganz dieselbe Rolle wie Backbord, Bramsegel etc. in den Seeromanen.

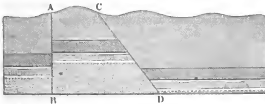
§. 285. Die Gesteinsränder, welche die Gänge einschliessen, zeigen meist besondere Eigenthümlichkeiten, indem sie bald durch die Agentien, wel-

che die Gangmassen absetzten, chemisch in ihrer Zusammensetzung verändert wurden oder auch Spuren erlittener Reibung zeigen, welche durch das Gleiten der von einander gerissenen Flächen bei der Hebung zu erklären ist. Die Saalbänder sind daher schon seit langer Zeit von den praktischen Bergleuten unterschieden worden, und der Gebrauch dieser Benennung für die Wandflächen, welche die Gänge einschliessen, hat durchaus Bürgerrecht erlangt.

Gänge und Spalten, die nicht mit Erzmitteln, sondern mit taubem, d. h. erzlosem Gesteine ausgefüllt sind und senkrecht hinabgehen, nennt man auch häufig Dämme (*dykes*), weil sie in gewissen Minendistricten, besonders in Kohlenfeldern, den Zudrang des Wassers abhalten. §. 286.

Häufig entsprechen sich die Ränder der Gänge, so dass diese wie ein einfacher Riss erscheinen, oft aber finden sich Niveauveränderungen auf der einen oder anderen Seite des Ganges, wodurch ganze Schichtensysteme gehoben, gesenkt oder in andere Fallneigung gebracht sind. Gänge und Spalten dieser Art nennt man Verwerfungen (*failles*) und ihre Ausdehnung kann oft sehr bedeutend sein. In der Fig. 68

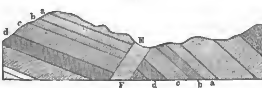
Fig. 68.



Die zwischen der senkrechten Verwerfung AB und der schiefen Verwerfung CD eingeschlossene Masse ist gehoben worden.

ist in allen drei Stöcken, in welche die beiden Verwerfungsspalten das Schichtensystem zerrissen haben, die horizontale Schichtung dieselbe geblieben, während in Fig. 69 der linksseitige Theil des Schichtensystemes einen weniger starken Fall zeigt, als der rechtsseitige.

Fig. 69.



Die einander entsprechenden Schichten $abcd$ sind auf der rechten Seite der Verwerfung EF steiler aufgerichtet worden.

§. 287. 3. Unregelmässige Massen, mit unbestimmten zufälligen Absonderungsflächen, die man meist unter dem Namen der ungeschichteten Felsarten begreift.

§. 288. Schon aus der Betrachtung dieser Thatsachen geht hervor, dass wir eigentlich in der Geologie drei verschiedene Arten von Gesteinen besitzen, deren Studium ein abgeschlossenes Ganze darbietet und sich wechselseitig ergänzt.

1. Die Sedimentgesteine an und für sich, die Reihenfolge ihrer Aufeinanderlagerung, die Charakterisirung ihrer verschiedenen Schichten und das Verhältniss ihrer Versteinerungen.

2. Die ungeschichteten Felsarten, ihre Entstehung und Bildung und ihr Vorkommen an die Oberfläche zu verschiedenen Epochen.

3. Die Wechselwirkung beider genannten Elemente auf einander, die Veränderungen, welche die geschichteten Gesteine durch die Durchbrüche der ungeschichteten erlitten haben, die metamorphischen Felsarten und ihre Entstehung zu verschiedenen Zeiten.

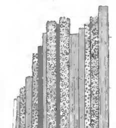
Die geschichteten Gesteine.

§. 289. Die geschichteten Gesteine haben meist eine sehr einfache Zusammensetzung und ebenso einfache Structur, so dass ihre Felsarten nicht sowohl nach ihrem sonstigen Verhalten, als vielmehr nach der Form ihrer äusseren Erscheinung classificirt werden müssen. Es sind mit Ausnahme der ältesten, versteinerungslosen Schichten, die sehr mannigfache Zusammensetzung haben, grossentheils Kalksteine, Sandsteine, Schiefer oder Thone, welche auf dem Boden der Gewässer abgelagert wurden und deshalb meist auch eine Menge von Versteinerungen enthalten, indem die festen Theile der Thiere und Pflanzen, welche in diesen Gewässern lebten und vegetirten, von der abgesetzten mineralischen Masse eingehüllt und so erhalten wurden.

§. 290. Die geschichteten Gesteine haben ursprünglich horizontale Lager auf dem Grunde der Gewässer gebildet, sobald die Gewässer gehörig tief waren und der Schichtenabsatz in genügender Entfernung von den Ufern stattfand, und jede abweichende Lagerung derselben, die wir jetzt auf der Oberfläche der Erde beobachten, ist das Resultat einer späteren Einwirkung, wodurch sie entweder an einer Stelle gehoben oder an einer anderen gesenkt wurden. Schon die Ausdehnung der Schichten an sich spricht für diese Ansicht. Nicht nur Stunden weit, sondern selbst über ganze Länderstrecken hin setzt sich eine solche Schicht fort, und wenn es bei einzelnen Fällen in der Nähe der Ufer sowie im Bette von strömenden Wassern allerdings statthaben kann, dass Schichten in geneigter Lagerung abgesetzt werden, so erscheint doch bei Betrachtung solcher weiten Ausdehnung der Grundsatz fetgestellt.

Es giebt indess noch andere, schlagendere Beweise für die ursprüngliche Horizontalität der Schichten. Saussure schon fand in den Alpen Puddinge und Conglomerate, in welchen kopfgrosse Rollsteine eingebacken waren, und die senkrecht aufgerichtet waren (Fig. 70). Obgleich damals die Werner'sche Ansicht herrschend war, wonach alle Schichten in der Lage, in welcher sie sich gerade finden, aus dem Wasser abgesetzt worden sein sollten, so konnte Saussure doch nicht umhin, beim Anblick dieser Schichten auszurufen, dass sie unmöglich in dieser Lage gebildet sein könnten, indem Steine von diesem Gewichte nicht in so steilen Winkeln während des Absatzes der Schichten hätten erhalten werden können. Diese Conglomerate, schloss er, müssten in horizontaler Lage abgesetzt und hernach aufgerichtet worden sein.

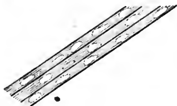
Fig. 70.



Die in den Conglomeraten eingebackenen Rollsteine geben noch zu einer anderen, nicht minder wichtigen Beobachtung Veranlassung. Dolomieu fand nämlich, dass platte in den Puddingen sich vorfindende Steine stets so lagen, dass ihre platte Seite der Schichtfläche, und zwar, wenn sie nur eine platte Seite hatten, diese der unteren Schichtfläche zugekehrt war. Diese Schichtfläche musste demnach zur Zeit, als der Stein sich lagerte, eine horizontale Linie dargestellt haben, da der Stein sich mit derjenigen Basis, welche seine Form ihm als schwerem Körper als die sicherste anwies, darauf niederlegte (Fig. 71 und 72). §. 291.

Fig. 71 u. 72.

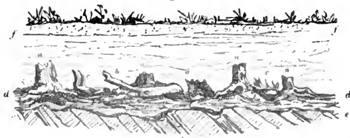




Auch die fossilen in den Schichten vorkommenden Körper geben in dieser Hinsicht bedeutende Anhaltspunkte. Platte Fossilien, wie Fische, Seesterne, Blätter, platt gewundene Schnecken liegen stets so, dass ihre platte Seite der Schichtfläche parallel ist; Bäume und deren Wurzeln stehen so, dass der Stamm mit den Schichtflächen einen rechten Winkel bildet, woraus folgt, dass einst die Schichtflächen horizontal lagen, weil alle Bäume senkrecht in die Höhe wachsen (Fig. 73 a. f. S.). Gleichen Schluss kann man aus den in den Schichten vorkommenden Muschelbänken ziehen, in welchen die Muscheln noch immer in derjenigen Stellung den Schichtflächen gegenüber sich finden, welche sie noch jetzt auf dem Meeresboden einnehmen. Die meisten Muscheln §. 292.

nämlich, die ruhig eingegraben im Schlamme leben, graben sich so ein, dass sie senkrecht in den Sand oder Schlamm eindringen und dass das Hintertheil, an welchem die Athemröhren befestigt sind, nach oben sieht. Diese Steckmuscheln graben sich so tief ein, dass die Athem-

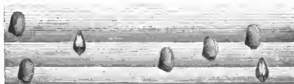
Fig. 73.



a Stehende Stämme. *b* Liegende Baumstämme. c Hörner von Thieren. *d* Der alte Boden. *e* Die Schichten, auf denen er ruht. *f* Neugebildete Schichten.

röhre gerade über den Schlamm hervorschaut und sie auf diese Weise reines Wasser athmen können (Fig. 74). In den fossilen Muschelbänken nun stecken die Muscheln in derselben Weise in den Schichten, den

Fig. 74.



Stellung lebender Muscheln.

Kopf nach unten, das Hintertheil nach oben, in rechtem Winkel auf die Schichtfläche. Sind im Gegentheile die Muscheln todt an den Strand geworfen worden, so liegen sie der Schwere nach mit der breiten Seite auf der Schichtfläche (Fig. 75).

Fig. 75.



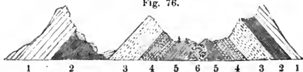
Lagerung todter Muscheln auf dem Meeresgrunde.

Alle diese Thatsachen erweisen unwiderleglich, dass die Schichten alle ursprünglich horizontal waren, und somit eine jede Abweichung derselben von der Horizontalität der Einwirkung späterer Einflüsse zugeschrieben werden müsse.

Diesen späteren Einflüssen ist denn auch die Entstehung jener §. 293.
Erscheinnng zuzuschreiben, die man mit dem Namen der **abweichenden Schichtnng** belegt und welche darauf beruht, dass zwei in Berührnng befindliche Schichten nicht dieselbe Lagerungsebene besitzen. Es können hier die mannigfaltigsten Fälle eintreten und die verschiedenen Schichten unter sehr verschiedenen Winkeln zu einander geneigt sein. Immer aber ist diese abweichende Schichtung ein Beweis, dass eine Kraftäusserung stattgefunden hat, wodurch die ursprüngliche Horizontalität gestört wurde; hätten keine solche Verwerfungen stattgefunden, so würden alle Schichten parallel sein und gleichsam parallele Schalen um die Erde darstellen, deren Oberfläche als die zuletzt abgesetzte die jüngste sein würde. Bei solchem Parallelismus würde es höchst schwierig gewesen sein, das Verhältniss der verschiedenen Schichten zu einander zu bestimmen, während die Abweichungen, die in der ursprünglichen Lagernng der Schichten gegeben wurden, den Schlüssel zu höchst wichtigen Folgerungen über die Entstehung des Reliefs der Erde liefern.

Man unterscheidet hanptsächlich die **antiklinale** nnd **synklinale Lagernng** der Schichten und bezeichnet mit der ersten einen solchen Schichtencomplex, wo die verschiedenen Theile nach entgegengesetzten Richtungen von einander wegfallen, so dass dachförmige, haubenförmige oder sattelförmige Gestalten gebildet werden. Gewöhnlich wird diese Lagerung dadurch hervorgebracht, dass eine von untenher wirkende Kraft die Schichten an einer bestimmten Stelle in die Höhe gehoben und auf diese Art zuerst eine Wölbung gebildet hat, die dann zuweilen an ihrer Spitze aufgebrochen ist, so dass die Schichtenköpfe einander zugewandt sind. Solche Wölbungen sind bald mehr kuppenförmig, bald in der Längsrichtung ausgebildet, wo dann Sättel, Gewölbe (Fig. 76) oder Kämme entstehen und man als **antiklinale Linie** die Richtung der Hebungslinie bezeichnet.

Fig. 76.

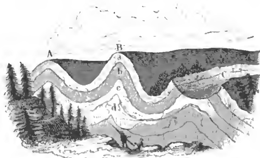


Querdurchschnitt des Thales von Bärschwyl im Solothurner Jura.
1 Portland- und Korallenkalk. 2 Oxfordmergel. 3 Unterer Oolith. 4 Lias. 5 Kenper. 6 Gyps. Die Schichten sind antiklinal anf den Gyps aufgelagert.

Bei der **synklinalen** Schichtung fallen die einzelnen Theile einer Schichtengruppe von entgegengesetzten Richtungen her einander zu.

Ist dieses Entgegenfallen nur flach, so werden **Mulden** gebildet, die besonders an solchen Orten häufig vorkommen, wo zwischen aufgerichteten Massen später andere Ablagerungen geschahen. Bei stärkerer Aufrichtung der Schichten in synklinaler Richtung geht die **Fächerstellung** hervor, welche besonders in den Centralkernen der Alpen z. B. so ausgezeichnet ausgebildet ist. Sättel und Mulden entsprechen sich stets wechselseitig, indem der eine Flügel der Mulde zugleich das Gehänge des benachbarten Sattels darstellt. So wie aber stark zusammengedrückte Mulden sich als erhabene Fächer darstellen können, so ist es anderseits möglich, dass antiklinale Sättel als Thäler erscheinen, indem die Schichtenköpfe bis auf eine gewisse Tiefe hin gerissen sind (Fig. 77).

Fig. 77.

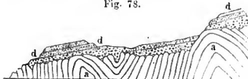


Ansicht einer jurassischen Kette. Die Schichten *abcd* sind dreifach gebogen und bilden dadurch die langen Sattelrücken oder Gewölbe *AB* nebst den dazwischen liegenden Muldenthälern. Bei *C* ist dagegen der Sattel aufgerissen und so ein antiklinales Längsthal gebildet, dessen Boden von der Schicht *c*, die beiden Lippen von den Schichten *ab* gebildet werden.

Mantelförmige Lagerung nennt man den vollkommenen Gegensatz der Muldenbildung, wenn nämlich von einem gegebenen Mittelpunkte, meistens einer Bergkuppe oder eines erhabenen Plateaus, die Schichten nach allen Seiten hin abfallen.

Uebergreifende Lagerung endlich heisst man jene, wo Schichtensysteme an ihrem Ausgehenden von anderen Schichten überdeckt werden — sie findet besonders da statt, wo ältere Mulden aufs Neue unter den Wasserspiegel gesunken und mit neuen Schichten ganz oder theilweise überführt worden sind (Fig. 78). In dem beigefügten Durchschnitte von Siccar Point lagern die alten rothen Sandsteine *d* in übergreifender Lagerung auf den vielfach gebogenen

Fig. 78.

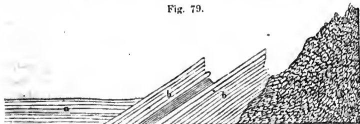


Schichtlagerung von Siccar Point in England.
a. Silurische Schiefer. *d*. Devonische Sandsteine.

silurischen Schichten *a*, die vorher schon gefaltet und theilweise abgetragen sein mussten.

§. 294. Von besonderer Wichtigkeit sind die Abweichungen in der Schichtstellung benachbarter Gebirgsglieder, die an einander stossen, was man mit dem Namen discordanter Lagerung bezeichnet hat. Jede nicht horizontale Schicht ist durch besondere Einflüsse aus ihrer ursprünglichen horizontalen Lage gebracht worden. Je höher eine Schicht liegt, desto jünger ist sie. Dies sind die beiden Grundsätze, aus denen mit unwiderruflicher Gewissheit der Schluss hervorgeht, dass eine horizontale Schicht, welche man auf einer nicht horizontalen abgelagert findet, erst dann abgesetzt worden ist, als jene schon aus ihrer ursprünglichen Lagerung herausgebracht worden war. In Fig. 79 müssen die Schichten *b* jedenfalls schon gehoben gewesen sein, als die in horizontaler Lagerung an sie anstossenden Schichten *a* abgesetzt wurden.

Fig. 79.



Diese einfachen Verhältnisse geben nun den Schlüssel zu den wichtigsten Folgerungen über die Epochen, innerhalb welcher die einzelnen Hebungen stattgefunden haben. Die Zeit einer jeden Hebung, deren Alter man bestimmen will, fällt nothwendig in die Epoche, welche zwischen der Ablagerung der höchsten aufgerichteten Schicht und der tiefsten horizontalen Schicht hineinfällt. Eine Bergkette, in deren Nähe man die obersten Schichten des Jura gehoben, die untersten Schichten der Kreide horizontal findet, muss nothwendig unmittelbar vor dem Absatze der Kreide sich erhoben haben. Die genaue Beobachtung dieser Verhältnisse giebt in allen Fällen Aufschluss über die relative Epoche, in welcher eine Hebung stattfand, vorausgesetzt, dass die Beobachtung die Schicht, vor deren Absatz, und diejenige, nach deren Absatz eine Hebung geschah, auch an dem Orte der Hebung nachweisen kann.

§. 295. Ganz besonders ist noch auf den Unterschied zwischen abgesetzten und geflossenen Schichten aufmerksam zu machen. Erstere verdanken stets einem Absatze aus dem Wasser ihre Entstehung — letztere sind Massen, die in einem grösseren oder geringeren Grade der Erhitzung aus dem Inneren der Erde ausgestossen wurden und sich nun deckenartig über oft sehr bedeutende Strecken ausbreiteten. Die vul-

canischen Laven gehören besonders in diese Kategorie. Es ist augenscheinlich, dass hier die Aufeinanderlagerung kein vollständiges Criterium der Altersfolge geben kann, indem solche Massen auch zwischen schon abgelagerte Schichten eingekeilt werden können. Die geflossenen Schichten sind häufig ebenso regelmässig wie die abgesetzten und ausserordentlich weit ausgebreitet (z. B. Basalt in Island) — meist entdeckt man aber die Spalten, durch welche die flüssige Masse aus der Tiefe aufstieg, und ihre Oberfläche zeigt seltsam gewundene strickartige Figuren, Knoten und Blasen, die von den Vorgängen beim Fliessen herrühren. Versteinerungen enthalten diese Schichten, wenn sie in feurigem Flusse waren, nie. Wir betrachten sie später bei den Vulcanen.

§. 296. Man bezeichnet im Allgemeinen in der Geologie mit dem Ausdrucke „Formation" oder Gebirgsformation eine Reihenfolge von verschiedenen geschichteten oder ungeschichteten Felsmassen, welche zu einer und derselben Epoche gemeinsamen Ursprunges gehören und deshalb auch gewisse gemeinschaftliche Charaktere darbieten, so dass man auch auf den geologischen Karten und Plänen sie durch eine und dieselbe Farbe angiebt. In derselben Formation können die verschiedensten Gesteine vorkommen, aber keine verschiedene Fossilien, weil eben die Epoche des Ursprunges dieselbe ist. So sieht man oft in der Juraformation z. B. Sandsteine, Kalke, Mergel u. s. w. mit einander abwechseln, ohne dass deshalb die durch die Fossilien beurkundete gleichzeitige Entstehung beeinträchtigt wäre.

§. 297. Man hat oft das Wort „Terrain" als synonym mit Formation gebraucht, sollte es aber lieber in der Beziehung unterscheiden, dass Terrain bei Gleichheit der Structur und Zusammensetzung, Formation bei Gleichheit des zeitlichen Ursprunges gebraucht würde. In vielen Fällen, besonders wenn von geschichteten Elementen die Rede ist, fallen freilich diese Ausdrücke zusammen, in anderen aber wieder nicht. So ist z. B. in der Nähe von Heidelberg das granitische Terrain in bedeutenden Massen entwickelt. Bei genauerer Untersuchung hat sich aber gezeigt, dass dieses Terrain aus drei verschiedenen granitischen Formationen besteht, indem die ursprünglichen Granitmassen in späteren Zeiten zweimal von neuen Hebungen der Granite durchbrochen worden sind, so dass demnach Gänge von Granit in den Granit injicirt sind. Die injicirten Massen, obgleich von derselben Zusammensetzung und mithin demselben Terrain angehörig, gehören demnach einer späteren Zeit, einer oder mehren anderen granitischen Formationen an.

§. 298. Die Schichten, welche die feste Erdrinde zusammensetzen, sind ihrer Reihenfolge nach in verschiedene Gruppen zerlegt worden, die alle zwar ungemein lange Zeiträume der Bildung erforderten, aber wo dennoch die Schichten einer jeden Gruppe eine gewisse Gleichmässigkeit in ihren Fossilien, ihrem Habitus, den Bedingungen ihrer Bildung

und ihrem Verhalten zu den ungeschichteten Felsarten erkennen lässt. Diese Gleichmässigkeit eben ist es, welche die Schichten in einzelne Systeme zerlegen lässt, deren Folge wir in aufsteigender Ordnung, von unten nach oben, betrachten werden. Innerhalb dieser Systeme unterscheidet man dann noch für die untergeordneten Gruppen Stockwerke oder Etagen und häufig selbst innerhalb dieser wieder besondere Schichtengruppen, die sich durch besondere Eigenthümlichkeiten auszeichnen.

II. Geschichtete Formationen.

A. Urformation oder Azoïsches System (Grundgebirge; primitive Formation; Urgneissformation; Lorenz-System; Système azoïque; Azoic system; Laurentian rocks; Bottom-rocks).

Unter den versteinerungsführenden Schichten oder auch zur Seite §. 299. derselben finden sich in vielen Gegenden gewaltige Schichtenmassen, meist in höchst eigenthümlichen und verwickelten Lagerungsverhältnissen, die grossentheils aus Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzit, krystallinischen Schiefern aller Art mit Einlagerungen von Serpentin, Granit, körnigem Kalk, Dolomit, Rauchwacke und anderen krystallinischen Gesteinen bestehen. Es bilden diese Gebiete theils weite, flache Gegenden mit hügelicher Oberfläche, wie in Nordamerika, Skandinavien, der Bretagne etc., theils Massen in den grösseren Kettengebirgen, wie namentlich in den Alpen, dem Erzgebirge, dem Harze, dem Schwarzwalde und den Vogesen, wo sie dann gewöhnlich um die krystallinischen Centralkerne herumlagern oder sogar dieselben gänzlich ausmachen.

Alle Gesteine, welche diese Urformation zusammensetzen, gehören in jeder Hinsicht zu den sogenannten metamorphischen Gebilden und ist ihre Abtrennung von den massigen krystallinischen Gesteinen, mit denen sie in nächster Beziehung stehen, um so weniger durchzuführen, als der Ursprung ihrer Krystallisation und Veränderung durchaus derselbe und häufig nur die Metamorphose selbst noch nicht so weit vorgeschritten ist. Da wo sie als Umlagerung massiver Gesteine vorkommen, bilden sie, im Grossen betrachtet, eine Art mannigfach zerrissenen Mantels, dessen Schichten schalenartig um den mittleren Kern gelagert sind. Je näher man dem mittleren Kerne kommt, desto auffallender wird die krystallinische Bildung dieser Massen, während im Gegentheil, je weiter man sich davon entfernt, desto mehr diese krystallinische Beschaffenheit abnimmt, und allmälig in diejenige gewöhnlicher Sedimentgesteine übergeht. Es ist mithin auf der einen Seite ebenso die allmälige Umbildung reiner Sedimentgesteine in diese krystallinisch geschichteten

Massen zu beobachten, wie man gegenüber den Uebergang derselben zu dem ungeschichteten Kerne verfolgen kann, und da diese Verhältnisse sich nicht nur in den grösseren Gebirgen, sondern auch in verhältnissmässig sehr kleinen Hügeln wiederholen, so ergiebt sich daraus die enge Beziehung und die Verkettung der Sedimentgesteine mit den ungeschichteten, vermittelst der geschichteten krystallinischen Massen.

Der Mantel, welchen diese Gesteine im Umkreise der ungeschichteten Gebirgskerne bilden, ist, wie leicht zu begreifen, mannigfach zerrissen und zerklüftet, da er in unmittelbare Berührung mit dem centralen Kerne kam. In diesem Mantel finden sich deshalb auch hauptsächlich die Erzgänge, die, wie wir später nachweisen werden, nur mit besonderen mineralischen Substanzen ausgefüllte Spalten darstellen, und man hat, auf dies wesentliche Vorkommen der Gänge gestützt, öfters auf die ganze Classe der metamorphischen Gebilde den Namen der Ganggesteine angewendet, der indess insofern unpassend ist, als auch in anderen Gesteinen Erzgänge vorkommen.

§. 300. Die Benennung Azoisch, welche man jetzt häufig diesen Schichten giebt, bezieht sich nur auf den negativen Charakter derselben, dass sie im Allgemeinen keine Versteinerungen enthalten. Wenn man aber auf diesen Mangel den Schluss gegründet hat, dass auch während des Absatzes dieser Schichten kein organisches Leben auf der Erde geherrscht und dasselbe erst mit den versteinerungshaltigen Schichten des nächsten Systemes begonnen habe, so ist dieser Schluss aus mehrfachen Gründen durchaus ungerechtfertigt und unstatthaft. Aus der Entwicklungsgeschichte des organischen Lebens werden wir später den Schluss entnehmen können, dass sich dasselbe im Allgemeinen von niederen zu höheren Formen im Verlaufe der Erdgeschichte erhoben habe. Da nun, wie auch die Beobachtung der jetzigen Schöpfung belehren kann, die niedersten organischen Formen allerdings hauptsächlich nur gallertartige, weiche Typen enthalten, welche bei der Versteinerung sich nicht erhalten, so beweist die Abwesenheit der Versteinerungen noch nicht die Abwesenheit organischen Lebens; die unzähligen nackten Weichthiere, Strahlthiere, wie Quallen und Polypen, Infusorien etc., die unsere Gewässer bevölkern, werden auch jetzt beim Versteinerungsprocesse nicht erhalten und leben nichtsdestoweniger in grosser Menge. Man könnte sich also sehr gut vorstellen, dass zur Zeit dieser Formationsbildung hauptsächlich nur solche gallertartige und mikroskopische Typen existirt hätten, welche der Beobachtung in den Schichten sich nothwendig entziehen.

Ferner ist es eine bekannte Thatsache, dass die nachträgliche Krystallisation die in den Schichten eingeschlossenen Versteinerungen nach und nach gänzlich zerstört. Ihre einzelnen Theilchen werden weggeführt, der eingenommene Raum durch Krystalle ersetzt, die sich

endlich so verschränken, dass auch die äussere Form gänzlich unkenntlich wird und in der krystallinischen Masse untergeht. Erscheinungen dieser Art sind bei vielen Dolomitschichten beobachtet worden, wo die Versteinerungen anfangs noch in Form von Höhlen und Krystalldrusen erkennbar sind, dann aber gänzlich verschwinden. Auch in den krystallinischen Schiefern und gneissartigen Schichten sind solche Zustände beobachtet worden. So wurden zuerst im Jahre 1814 auf der Höhe der Nufenen, eines Passes zwischen Oberwallis und Tessin, Belemniten gefunden, welche in einem dunkelgrauen, mit Granat, Chiastolith und Feldspathkrystallen erfüllten Glimmerschiefer stecken, der nach und nach in einen grossflaserigen Gneiss übergeht. Seither wurden ähnliche Beobachtungen an vielen anderen Stellen der Alpen gemacht, und jetzt, wo man darauf aufmerksam geworden ist, kann man wohl sagen, dass in den meisten Alpenschiefern Versteinerungen gefunden worden sind. Auf dem Mont Joli bei St. Gervais finden sich ebenfalls Belemniten in einem seidenartig glänzenden, granen, krystallinischen Schiefer; auf dem Lukmanier-Passe zwischen Graubünden und Tessin in einem wohl charakterisirten Glimmerschiefer; in der Nähe von Christiania silurische Muscheln in Glimmerschiefern und gneissartigen Gesteinen. Die Veränderungen aber, welche diese Versteinerungen meist schon erlitten haben, liefern den Beweis, dass sie bei weiter fortschreitender Umwandlung des Gesteines gänzlich verschwunden sein würden.

Endlich hat man noch in ganz jüngster Zeit in den körnigen Kalken der Urformation Canadas, die unzweifelhaft zu den ältesten gehört, eine Versteinerung entdeckt, welche zu den Rhizopoden gerechnet wird und den Namen *Eozoon canadense* erhalten hat. Exemplare derselben wurden der Versammlung der britischen Naturforscher in Bath unter dem Mikroskope gezeigt und ich selbst habe welche gesehen. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass aller Kalk durch Vermittlung organischen Lebens abgesetzt wurde.

Wenn so einerseits organisches Leben in diesen sogenannten azoischen Schichten nicht geläugnet werden kann, so darf man anderseits nicht vergessen, dass diese Schichten trotz ihrer mineralogischen Beschaffenheit dennoch sehr verschiedenen Epochen angehören können und durchaus nicht die ältesten sein müssen. Das oben angeführte Beispiel von Belemniten in alpinischen Schichten beweist, dass dieselben keiner älteren Formation als dem Lias angehören können, während die Versteinerungen den Schichten Christianias ein weit höheres Alter zuweisen. Die Lagerung kann deshalb beim Mangel an Versteinerungen einzig die Frage des Alters entscheiden, und wo ein aus derselben herzuleitendes Criterium fehlt, können keine weiteren mineralogischen oder andere Gründe für die Entscheidnng der Altersfrage angerufen werden. Der Umwandlungsprocess, welcher diese Schichten aus Kalk, Thon und Sandstein in Gneiss, Glimmerschiefer und krystallinische Schiefer über- §. 301.

geführt hat, kann hier länger, dort kürzer gedauert, hier eher begonnen, dort eher geendet haben, je nach besonderen Umständen. Allerdings wird ihre Beschaffenheit stets auf eiu gewisses, verhältnissmässig hohes Alter im Allgemeinen schliessen lassen, allein nicht ohne dass hier gewichtige Ausnahmen vorkämen.

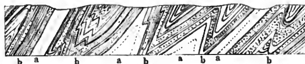
§. 302. **Zusammensetzung.** Im Erz- und Fichtelgebirge, Mähren nnd Ungarn, in Schottland und Norwegen hat man in dieser grossen Urformation zwei Stockwerke unterschiedeu, von welchen das ältere hauptsächlich aus Gneiss und Glimmerschiefer, das jüngere wesentlich aus fein krystallinischen Thonschiefern, Phylladen, Fleckschiefern mit Einlagerungen von Quarzit und körnigem Kalk besteht. Nur an wenigen Orten lässt sich aber eine scharfe Grenze und eine abweichende Ueberlagerung des unteren Stockwerkes durch das obere nachweisen, während im Gegentheile die Uebergänge der Gesteine und mehrfache Wechsellagerungen derselben ausserordentlich häufig sind. Man beobachtet diese Uebergänge sogar im Streichen und Fallen der Schichten selbst, so dass z. B. eine Schicht, die an einem Orte seidenweicher Thonschiefer ist, in ihrer weiteren Erstreckung in wohl charakterisirten Glimmerschiefer oder selbst Gneiss übergeht. Die wenigen Localitäten also, wo deutliche Grenzen und abweichende Lagerung zwischen diesen Schichtengruppen stattfinden, dürften eher als Ausnahmen betrachtet und die ganze Formation als ein eiuiges Ganze betrachtet werden.

§. 303. In **Nordamerika** erstreckt sich die Urformation durch ganz Canada in einem Winkel, dessen einer Schenkel von der nördlichen Grenze der Seen, dem Laufe des Lorenzstromes folgend nordöstlich gegen das Meer hin sich erstreckt, während der andere Schenkel in nordwestlicher Richtung vom oberen See aus nach dem Eismeere sich hinzieht. Kleinere, von überlagernden Gebilden entblösste Flecken finden sich noch südlich vom Ansflusse des Lorenzstromes aus dem Ontario-See, im Süden des oberen Secs und im Westen des Mississippi, wo die berühmten Eisenberge (*Iron mountains*) zu diesem Systeme gehören.

Die Felsarten bestehen aus wahrem Granit, Gneiss und Diorit, alle wohl geschichtet, Chloritschiefer, Serpentin, körnigem Kalk, körnigem Quarzit und Conglomeraten, mit eingelagerten Massen von Magneteisen nnd Eisenglanz, die in grossartigem Maassstabe an den erwähnten Eisenbergen ausgebeutet werden. Einlagerungen von Porphyr, Gabbro, Eklogit und Hornblendegesteinen fehlen ebenfalls nicht. Alle diese Gesteine sind mit Ansnahme einiger Qnarzite und Conglomerate durch und durch krystallinisch, enthalten verhältnissmässig wenig Kieselerde und desto mehr Feldspath und überall grosse Quantitäten von Eisen. Die Schichten, wenn auch von höchst verschiedener mineralogischer Beschaffenheit, lagern regelmässig über einander und bilden

eine Menge von Mulden und Sätteln, die gewöhnlich zu scharfen Winkeln zusammengefaltet und geknickt sind und deren Oberfläche bis auf eine gewisse Tiefe wie mit dem Hobel abgetragen ist. Dieselben Streichungslinien, im Allgemeinen Nordost mit geringen Abweichungen, erhalten sich durch das ganze System hindurch. Der körnige, oft zu weissem Statuarmarmor ausgebildete Kalk folgt in allen Verhältnissen den Schichtenlagern der feldspathigen und Quarz-Gesteine und liegt in den meisten Fällen unter denselben, so dass er nur durch die Faltungen der zickzackwelligen Mulden zu Tage kommt (Fig. 80).

Fig. 80.



Durchschnitt bei Grenville in Canada nach **Logan**.
a Körniger Kalk. *b* Feldspath- und Quarzgesteine.

Die Schichten müssen schon längst abgelagert, gefaltet und grossentheils abgetragen gewesen sein, ehe die ältesten silurischen Schichten sich ablagerten, da diese in discordanter, wenig von der Horizontalität abweichender Lagerung sich darüber ausbreiteten. In der That lagern, wie beigefügter Durchschnitt (Fig. 81) zeigt, an dem Südrande der

Fig. 81.



Durchschnitt auf der Südseite des Lorenzstromes, zwischen Cascade point und den Fällen von St. Louis nach **Logan**.
1 Azoisches System. 2 Potsdamsandstein. 3 Kalksandstein. 4 Trentonkalk. 5 Hudsonschiefer.

Formation die ältesten silurischen Gesteine unmittelbar über den abgetragenen Mulden des azoischen Systemes, in welchem übrigens **Logan** nach der Lagerung zwei Stockwerke unterscheidet, das **Lorenzsystem**, welches die Hauptmasse der ganzen Urformation bildet, und das **Huronsystem**, das nur einen schmalen Streifen längs dem Ufer des Huron- und Oberen-See darstellt, wesentlich ans Schiefern, Quarziten, Kalken und Conglomeraten besteht, in welchen Rollsteine aus den unterliegenden Lorenzschichten eingebettet sind, die also diesem entnommen sein müssen. Ausserdem liegen die Huronschichten, die von häufigen Trappgängen durchsetzt werden, in abweichender Lagerung auf den Lorenzschichten.

§. 304. In **Norwegen** nimmt das Grundgebirge einen bedeutenden Raum ein, besonders in Tellemarken, wo der Gausta den dominirenden Berg bildet, im Numedal und im Osten des Fjords von Christiania, wo der grösste Theil des Glommenthales darin eingeschnitten ist. Es sind schöne scharfe Schichten von Quarzit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und grauem Gneisse, die zuweilen fast horizontal oder wenig geneigte, flache Mulden bilden (bei Krageröe), an anderen Stellen aber so steil geknickte und gefaltete Mulden bilden, dass die Schichten ganz senkrecht zu stehen scheinen; in einzelnen Fällen erscheinen sie auch mantelartig um mittlere Granitfelder gelagert. Aechte sedimentäre Kalkschichten scheinen in diesem Systeme nicht vorzukommen. Auch sollen die Granite und Gneissgranite, die im südlichen Norwegen ebenfalls in weiter Ausdehnung vorkommen, scharf gegen dieses Grundgebirge abschneiden und keinerlei Uebergänge zwischen denselben zu finden sein. Ueber diesem Grundgebirge folgen dann, in abweichender Lagerung ruhend, aber stets versteinerungslos, mächtige Trümmergesteine, besonders Sandsteine, Thonsteine, Thonschiefer, Quarzite, Conglomerate und ein hellröthliches oder gelblichweisses Gestein, talk- und chlorithaltiger Quarzit mit dunklen Bruchstücken von Quarz und Feldspath, das man Sparagmit genannt und danach auch das ganze Stockwerk getauft hat. Besonders in auffallender Menge sind Feldspathe in diesem Stockwerke, das der Hurongruppe Nordamerikas entsprechen dürfte, entwickelt, die sich zu kaolinhaltigen Thonen zersetzen. Auch hat man Wellenfurchen auf diesen Sandsteinen gefunden. Auf dieser Sparagmitgruppe ruht dann das silurische System mit seinen Versteinerungen. Innerhalb des unteren Grundgebirges liegen zwischen Quarziten, Hornblendeschiefern und grauem Gneisse die von Granatfels als Ganggestein eingeschlossenen grossen Eisenlager von Arendal, Nös und Krageröe, bei welchen auch Einlagerungen von körnigem Kalk nicht fehlen.

§. 305. Das **sächsische Erzgebirge** besteht vorherrschend aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer, die von Granit, Basalt, Porphyr, Grünstein und Erzgängen durchsetzt und nur an einigen Stellen des Nordrandes von versteinerungsführenden Schichten überdeckt werden. Im Allgemeinen findet man den wie die übrigen azoischen Schiefer wohlgeschichteten Gneiss zu unterst, darauf den Glimmerschiefer mit seinen verschiedenen Einlagerungen von Quarzit, Talk-, Hornblende, Schörlschiefer und körnigem Kalkstein und Dolomit und darüber die halbkrystallisirten Thonschiefer mit ihren Abänderungen. Gneiss und Glimmerschiefer bilden die Hauptmasse, und im Gneisse selbst hat man zwei Varietäten unterschieden, die zwar beide als feldspathigen Bestandtheil Orthoklas enthalten, aber durch ihren verschiedenen Gehalt an Kieselerde sich auszeichnen, indem der graue Gneiss im Mittel nur 66 Pro-

cent enthält (soviel wie die meisten Thonschiefer), während **der rothe Gneiss** im Mittel 77 Procent Kieselerde zeigt. Der graue Gneiss enthält vorzugsweise die reichen metallischen Erzgänge, besonders Silber, der rothe dagegen nur Eisenerze. In dem Glimmerschiefer, ja selbst in dem Thonschiefer lassen sich zwei entsprechende Metamorphosenreihen nachweisen, indem in dem ersteren bei Schneeberg fester grauer dünnschiefriger Glimmerschiefer wichtige Silber- und Kobaltgruben enthält, während der dickschiefrige mit Quarzlinsen und braunem Glimmer durchwachsene Schiefer keine Gruben enthält und ferner der Thonschiefer ebenfalls sich bald der einen, bald der anderen Modification mehr nähert. Scharfe Gränzen sind indessen zwischen Thon- und Glimmerschiefern und Gneiss kaum zu finden, sondern allmälige Uebergänge, die auf die von Aussen nach Innen fortschreitende Metamorphose hindeuten.

Fast in allen **Mittelgebirgen Deutschlands** und der benachbarten Länder, wie im Thüringerwalde, dem Riesengebirge, den Sudeten, dem Böhmerwalde, dem Schwarzwalde und den Vogesen spielen die Schichten des Grundgebirges eine ähnliche Rolle, indem sie meist mantelartig die krystallischen Kerne der Gebirge umgeben und mehr oder minder steile Aufrichtung oder scharf gefaltete Mulden und Sättel zeigen. Wir erwähnen von diesen Gebieten deshalb nur besonders die sogenannte **Mönchberger Gneissgruppe** in der Nähe von Hof im Fichtelgebirge, die im Ganzen eine Mulde zeigt, deren Ränder an den meisten Stellen scharf nach Innen einschiessen und also eine Analogie mit den Fächerkernen der Alpen bilden, wo auch zusammengedrückte Mulden in ihrer Mitte kuppenförmig hervorgetrieben sind. Die jüngeren versteinerungsführenden Schichten des Fichtelgebirges und der Umgegend scheinen fast überall unter die Ränder der Mulde einzuschiessen, also jünger als diese zu sein, woraus einige Geologen geschlossen haben, dass die Gneissschichten jünger und eruptiv aus der Tiefe gedrungen seien. Das ganze Verhältniss erklärt sich indessen, wie Gümbel nachgewiesen, weit naturgemässer, dadurch, dass die mit Hornblende-, Diorit- und Chloritschiefern wechsellagernden Gneissschichten durch ihre in Folge der Metamorphose erhaltene Ausdehnung die ganzen angränzenden Lager emporgerichtet und übergekippt haben, so dass in der That die versteinerungsführenden Schichten an einigen Localitäten der Umgegend in verkehrter Ordnung, das Unterste zu oberst liegen, ein Fall, der auch in den Alpen nicht selten ist. §. 306.

Am mannigfaltigsten zeigen sich die Bildungen des Grundgebirges in der langen Kette der **Alpen.** Man hat in derselben gegenwärtig nicht weniger als 34 verschiedene Centralkerne nachgewiesen, von den ligurischen Alpen bei Genua anfangend bis zu dem Semmering, in welchen gewöhnlich Gneissgranit und Gneiss den Mittelpunkt bilden, um §. 307.

welchen sich die verschiedenartigsten krystallinischen Schiefer anlagern. Die mannigfaltigsten Uebergänge finden sich hier, und mit Ausnahme einiger weniger Kerne, in welchen ächter massiver Granit vorkommt, der keine deutlichen Schichtflächen zeigt und über dessen Ursprung noch Zweifel herrschen können, sind alle übrigen Gesteine unzweifelhaft geschichtet und nur meist in ihren Lagerungen auf das mannigfachste gestört.

Ueber das Alter der meisten dieser metamorphischen Schichten kann man um so weniger in Zweifel sein, als in vielen derselben, wie schon oben erwähnt, Versteinerungen und zwar einer verhältnissmässig jüngeren Periode nachgewiesen wurden. Andererseits findet man aber, namentlich in den östlichen Alpen Spuren von silurischen, in den Norischen, Carnischen und Piemontesischen Alpen ebenso wie in Wallis und in der Osterstreckung weite Gebiete von Kohlenschichten, die offenbar durch älteres Grundgebirge getragen und zum Theil durch dasselbe aus der Lage gebracht worden sind. Wenn also auch nicht zu läugnen ist, dass viele dieser krystallinischen Schichten später noch in neuere Formationen verwiesen werden, und viele jetzt schon ihren Zusammenhang mit denselben so deutlich documentiren, dass er nicht geleugnet werden kann, so wird doch immerhin eine bedeutende Menge von Schichten in den Alpen zurückbleiben, welche dem Grundgebirge zugezählt werden müssen.

Die Gneissgranite und Gneisse behaupten gewöhnlich die Mitte der Centralkerne, um die sich dann die Glimmerschiefer, Talk-, Chlorit-, Hornblendeschiefer mit ihren Einlagerungen von Kalk und Dolomit, Gyps und Anhydrit herumschlingen. Die ächten gebänderten Gneisse zeigen oft sehr regelmässige Schichtungen und abwechselnde Lager von anderen Gesteinen, namentlich Glimmerschiefer und Marmor, die ebenso regelmässig mit einander abwechseln, als in einem gewöhnlichen geschichteten Systeme Kalke, Mergel und Sandsteine über einander lagern, und wenn man bedenkt, dass die Gneisse höchst wahrscheinlich aus der Umwandlung solcher abwechselnden Lager geschichteter Gesteine hervorgegangen sind, so kann eine solche Anordnung nicht mehr auffallend sein. Die Blätter der Gneisse sind oft auf das Vielfachste in einander gebunden, in Zickzackbiegungen geknickt und gebogen, ohne deshalb Wechsel in ihrer Dicke und Mächtigkeit zu zeigen, und sehr häufig sind diese Bänder so schmal und dünn, dass eine schiefrige Absonderung des Ganzen nicht zu verkennen ist.

§ 308. Im Allgemeinen zeigen in den Alpen die Gneisse, welche gewöhnlich den Kern des Gebirges ausmachen, eine eigenthümliche Fächerstructur, wodurch die in der Mitte gelegenen Gneisstafeln senkrecht stehen, während die nach aussen gelegenen Tafeln nach innen einschiessen. Nach aussen hin gehen diese Gneissmassen überall in andere

Schieferarten über, während zugleich eine Menge von Einlagerungen in ihnen auftreten, wodurch denn an anderen Orten ein grosser Reichthum der Gneissformation an Erzgängen und verschiedenen Einlagerungen hervorgebracht wird.

Besonders merkwürdig erscheinen oft die in den Gneissen eingeschlossenen Kalklager, die gewöhnlich krystallinisch sind und eine ungeheure Menge verschiedener krystallisirter Mineralien enthalten. Zuweilen erscheinen dieselben ganz regelmässig eingeschichtet, in anderen Fällen sieht es aus, als sei der Kalkstein erst ein späterer Eindringling in den Gneiss.

Der Glimmerschiefer wechselt seinem äusseren Verhalten nach ungemein, und geht sehr häufig in Gneiss, Hornblendeschiefer, Talkschiefer und Thonschiefer über. Er ist meistens ein hartes, schwer verwitterndes Gestein, das wohlgeschichtet, und noch obenein in schiefrige Blätter zerlegt ist und wilde scharfe Kämme mit schneidendem Rücken und scharf ausgezackten Spitzen bildet. Die Gestalt der Gebirge des Berner Oberlandes ist meist durch die plattenförmige Absonderung des gneissigen Glimmerschiefers, welcher die grössten Höhen bildet, bedingt.

Die übrigen Schieferarten, welche wir soeben nannten, zeigen Verhältnisse, ganz ähnlich denjenigen des Glimmerschiefers, und das gemeinsame Muttergestein derselben scheint der Thonschiefer zu sein, der zuweilen mit ihnen abwechselt und im ersten Beginne der Umwandlung einen gewissen Atlasglanz zeigt, der mit zunehmender Härte des Gesteines sich entwickelt.

Man unterscheidet in den Alpen unter den krystallinischen Schiefern zwei Classen, einerseits die grünen Schiefer, welche hauptsächlich mit dem Serpentin und den Hornblendegesteinen in Verbindung stehen, andererseits die grauen Schiefer, welche häufig in grüne Schiefer sich umsetzen.

Die grünen Schiefer zeigen sich gewöhnlich in Form grünlichgrauer bis dunkelgrüner Thonschiefer mit schuppiger oder krystallinischer Structur, die meist mit Säure aufbrausen und bald vielen Chlorit, bald auch vielen Feldspath enthalten, so dass sie förmliche grüne Gneisse bilden. An vielen Orten, wie namentlich an der Monte-Rosa-Kette, gehen diese grünen Schiefer in Hornstein, Strahlstein oder Serpentinschiefer über, die dann dem massigen Serpentine zunächst anliegen.— Versteinerungen hat man noch nicht in ihnen erkannt.

Wohl aber haben sich dieselben, wenn auch selten, in den grauen Schiefern gefunden, die häufig vollkommen krystallinische Structur besitzen.

Die Einlagerungen von krystallinischen Kalksteinen kommen sehr häufig vor und meistens unter eigenthümlichen Verhältnissen, gewöhnlich auch mit einer Menge anderer krystallinisch abgesonderter Mineralien gemischt. So zeigt sich in der Grundlage der Monte-Rosa-Kette bei Zermatt wie bei Fee eine gewaltige Einlagerung weissen und §. 309.

grauen, bald dickschiefrigen, bald gänzlich körnigen Kalksteines, der mit Dolomit und Gyps vielfach wechselt und an seinen Auskeilungen in Quarzit übergeht. In Val-Vaira, Algaby, Veglia, Dever und Crevola finden sich unter vielfach verworrenen Lagerungsverhältnissen Kalkmassen, meist aus weissem Marmor und Dolomit bestehend, die oft mit Glimmer und Quarz vermengt sind und die vereinigt eine mächtige Linse darstellen, welche nach allen Seiten hin zersprengt wurde, in der Mitte horizontal liegt, am Rande aber nach allen Richtungen hin unter die hohen Gneissgebirge der Umgegend einsinkt und in denselben sich auskeilt. Die Gruben von weissem Marmor, aus welchen bei Ornavasso und Candoglia die Steine für die Dome von Pavia und Mailand ausgebeutet wurden, bilden eine vertical stehende Einlagerung in den Glimmerschiefer und sind von weniger mächtigen Gängen begleitet, welche vielen Glimmer, Granat und Schwefelkies enthalten. Von gewaltiger Mächtigkeit sind ferner die Gebirge körnigen Kalkes in Graubünden und in Tyrol, in der Umgebung des Selvretta und der Oetzthaler Ferner.

§. 310. Der Dolomit hat die Untersuchungen der Geologen in noch weit höherem Grade in Anspruch genommen, als der körnige Kalkstein, und zeigt sich im Allgemeinen innerhalb des Grundgebirges mit diesem vergesellschaftet. Wir erwähnen hier namentlich die merkwürdige Dolomitzone, die von dem südlichen Abhange des Gotthards her bis in das Binnenthal in Wallis etwa parallel mit dem Rhonethale hinstreicht und eine wahre Fundgrube für seltene Mineralien aller Art darstellt.

Ausser diesen, den inneren Centralkalken angehörigen Dolomiten giebt es aber in den Parallelketten der Alpen noch gewaltige Dolomitgebiete, die offenbar jüngeren geschichteten Formationen, namentlich der Trias angehören, und auf die wir später eingehen werden.

Ganz ähnlich und meist auch mit diesen Kalk-, Dolomit- und Rauchwackeeinlagerungen vergesellschaftet zeigen sich in den Centralketten der Alpen einige Gyps- und Anhydritlager, die gewiss früher auch Steinsalz enthielten. Der Gyps erscheint in stockförmigen Massen, die eben so schnell sich wieder verlieren, als sie zu mächtigen Nestern anschwellen; die Schichtung des angrenzenden Schiefers oder Kalksteines ist gestört und verworren; der Schiefer hat stärkeren Glanz, er ist zum Theil bunt, roth und grün, es zeigen sich darin frisch aussehende, meist grüne oder weisse Talkblättchen, Quarzkrystalle, sogar Feldspath-Granat, oder er steht in enger Verbindung mit Conglomeraten von talkigem Cäment. Der Kalkstein ist entfärbt und zeigt die alabasterähnliche Beschaffenheit, wie sonst wohl im Contact von Granit oder Gneiss; häufiger ist er in Rauchwacke übergegangen; der Gyps selbst enthält nicht selten in Menge eingesprengten Schwefelkies, durch dessen Zersetzung er braunroth punktirt erscheint.

B. Paläozoische Gebilde *(Groupe palaeozoique).*

1. Silurisches System . . (Untere Grauwacke, *Système silurien, Terrain ardoisier, Cambrian and Silurian system, Terrain de transition inférieur*).
2. Devonisches System . . (Jüngere Grauwacke, *Vieux grès rouge, Système dévonien, Terrain anthraxifère, Old-red Sandstone, Devonian system*).
3. Steinkohlensystem . . (*Système houiller, Carboniferous group*).
4. Permisches System . . (*Dyas. Système Permien, Système pénéen, Permian system*, Zechstein-Gruppe, *Magnesian limestone.* Todtliegendes).

1. Silurisches System.

Charakteristik. Die Schichten, welche dieses System zusammen- §. 311.
setzen, wurden zuerst in England von Murchison unterschieden und dort ihren hauptsächlichsten Charakteren nach festgestellt. Sobald einmal hier eine typische Reihe von Schichten erkannt war, welche man durch besondere Charaktere ihrer Fossilien namentlich genauer begränzen und nebst dem darauf folgenden devonischen Systeme von der Gruppe der Steinkohlengebilde unterscheiden konnte, so wurde nachgewiesen, dass dieselben Gebilde auch in anderen Ländern eine weite Ausdehnung besässen und dass namentlich der Norden der beiden Continente, des amerikanischen wie des europäischen, von diesen Schichtsystemen gebildet sei. Durch fortdauernde Vergleichung der an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen ging endlich das Resultat hervor, dass die Schichtenreihen zwischen den krystallinischen Gebilden einerseits und der Steinkohle andererseits in Nordamerika am vollständigsten entwickelt seien und dass man die dort vorhandenen Gebilde gewissermaassen als typisch ansehen müsse. An dem silurischen System hatte Murchison schon bei Beginn seiner Untersuchungen bemerkt, dass man zwei Hauptgruppen unterscheiden müsse, ein unteres und ein oberes silurisches System, Gruppen, welche namentlich durch die fast gänzlich verschiedene Natur ihrer Fossilien sich als zwei verschiedene Epochen der Erdgeschichte nachwiesen. Ueberall, wo man seither silurisches System aufgefunden hat, sind auch diese beiden Gruppen mit mehr oder minder vollständiger Sicherheit unterschieden worden, obgleich nicht geleugnet werden kann, dass in den meisten Fällen dieselben sich nicht durch abweichende Schichtung unterschieden und dass

auch manche Versteinerungen zwischen diesen beiden Gruppen gemeinsam sind. Ausserdem unterschied Barrände in dem unteren Silur die Primordialzone als ein selbständiges Stockwerk, das jetzt von einigen englischen Autoren als besonderes System unter dem Namen Cambrian System hingestellt und in zwei Stockwerke zerlegt wird, die untere Longmyndgruppe und die obere eigentliche Primordialzone.

§. 312. In **Nordamerika** bilden die älteren Schichten in ihrer Gesammtheit ein ungeheures Becken, dessen Grenzen nach Norden sogar noch nicht vollständig festgestellt sind, das aber wenigstens dreissig bis fünfunddreissig Längengrade und funfzehn Breitegrade überdeckt. Im Ganzen genommen bilden diese Schichten ein Becken von ausserordentlich flacher Muldengestalt, in dessen äusserem Umkreise die älteren Schichten zu Tage kommen, während mehr nach innen zu die jüngeren devonischen und Kohlenschichten in dem Becken auflagern. Auf geringe Erstrecknng hin erscheinen die Schichten sogar ganz horizontal, so dass man ihre Uebereinanderlagerung hauptsächlich nur in den Thaleinschnitten der Seen und Flüsse beobachten kann.

Im Umkreise des Systemes sind nur an einzelnen Stellen im Staate Newyork sowie in Canada, im Norden des Huronensees und des Oberen Sees, die Schichten des Grundgebirges nachgewiesen worden, deren oben (§. 303) Erwähnung geschah und die wir als Lorenz- und Huronsysteme kennen lernten.

Fig. 82.



Idealer Durchschnitt des untersilurischen Systemes in Nordamerika. 1 Granit und Gneiss. 2 Azoisches System. 3 Potsdamsandstein. 4 Kalksandstein. 5 Chazy-Kalk. 6 Birds-eye-Kalk. 7 Black-river-Kalk. 8 Trentonkalk. 9 Uticaschiefer. 10 Hudsonsgruppe. 11 Obersilurisches System. *a* Potsdam-Stockwerk. *b* Trenton-Stockwerk. *c* Hudson-Stockwerk.

§. 313. **Potsdam-Gruppe.** Das untersilurische System erstreckt sich in Nordamerika in Form eines gekrümmten Bandes von der Insel Anticosta längs der Ufer des St. Laurent im Süden des Ontario-Huronen- und Michigan-Sees bis gegen den Mississippi hin, wo man es noch im Staate Iowa längs dem Laufe des Wisconsin-Flusses nachgewiesen hat. Seine südliche Gränze läuft von Maryland und Newyork bis nach Alabama längs des Westrandes der Alleghanies-Gebirge hin; und da das ungeheure Becken, welches auf diese Weise umschrieben wird, in der Mitte eine Hebungslinie zeigt, von der aus die Schichten wieder nach Norden und Süden abfallen, so erscheinen auch die Schichten des untersilurischen Systemes in der Mitte dieser Hebungslinie in sattelförmiger Lagerung und in

Gestalt zweier breiter Inseln, auf welchen Cincinnati und Nashville gebaut sind. Im Staate Newyork, wo die genanesten Untersuchnngen über dieses System angestellt wurden, hat man von unten nach oben folgende Schichten darin unterschieden.

Die Basis des Systemes wird von einem harten feinkörnigen, sehr vielen Quarz enthaltenden Sandstein gebildet, der an einzelnen Stellen fast in einen reinen Qnarzit übergeht, an anderen porös, weiss und leicht zerreiblich wird und den man den Potsdamsandstein (3) genannt hat. Längs der Nordgränze der Vereinigten Staaten enthält es einige untergeordnete Kalklager und längs der Gebirgskette der Appalachen bedentende Massen von Schiefern. Diese Sandsteinlager erreichen eine Mächtigkeit von 10 bis zu 200 Metern, ja längs der erwähnten Kette schätzt man sie bis zn 2000 Metern und mehr. Sie enthalten einige Algen, Schwämme, Crinoiden, besonders aber in grossen Mengen eine kleine Entenmuschel (*Lingula prima*) und einige Trilobiten.

Auf diesem Sandstein liegt ein dunkler unreiner dolomitischer Kalkstein, der deutlich geschichtet ist, viel Thon und Kiesel und eine Menge von Quarzdrusen enthält, an vielen Orten in Sandstein mit kalkigem Bindemittel übergeht und eine Mächtigkeit von 100 Metern erreicht. Man hat ihn den Kalksandstein (*calciferous sandrock*) (4) genannt; er enthält als Versteinerungen Reste von Algen und Tangen und einigen Schnecken, welche hauptsächlich der Gattung *Maclurea* angehören, aber merkwürdiger Weise gar keine Armfüssler, welche sonst überall in den untersten Schichten vorkommen.

Diese beiden Schichtengruppen zusammen bilden die Schichten der sogenannten Primordialfauna oder des Potsdamstockwerkes (a), die man auch in Böhmen, Schweden und anderen Orten nachgewiesen hat.

Trenton-Gruppe. Auf den erwähnten Kalksandstein folgt ein anderes Stockwerk von etwa fnnfzig Meter Mächtigkeit, welches aus reinen blauen oder grauen Kalken besteht, die sehr wohl geschichtet sind und eine grosse Anzahl meist kleiner Versteinerungen enthalten. Man hat diesen Kalk den Chazy-Kalk (5) genannt. Er geht zuweilen ohne scharfe Gränze in den Kalksandstein über. §. 314.

Die an Versteinerungen reichste Schicht des untersilurischen Systemes ist ein schwarzer, dolomitischer, meist bitnminöser Kalk, welcher nach oben zu schiefrig und thonig wird, eine Mächtigkeit von etwa 100 Metern erreicht und mit dem Namen des Trentonstockwerkes (b) bezeichnet wird. Man hat in diesem Kalke mehrere locale Varietäten unterschieden und die untersten, mehr braungrauen Schichten wegen glänzender krystallinischer Punkte, die häufig darin vorkommen, den Vogel-Augenkalk (*Birds-eye-limestone*) (6), die darüber liegenden meist schwarzen Schichten von dem Orte, wo sie vorkommen, Black-river-Kalk (7) genannt und von dem darüber liegenden, vorzngsweise versteinerungs-

reichen, oft bituminösen eigentlichen Trentonkalke (8) geschieden. Es machen indess alle diese Kalke in Wirklichkeit nur eine einzige Gruppe aus, die man das Trenton-Stockwerk nennen kann. Meerespflanzen, Korallen, Crinoiden, Armfüssler, Muscheln, Schnecken, Kopffüssler und Krebse kommen in diesem Kalke in reichlichster Menge und vielfachen Arten vor und stellen so eine Meeresschöpfung dar, welche Repräsentanten fast aller wirbellosen Thiere, aber kein eigentliches Wirbelthier enthält.

§. 315. **Hudson-Gruppe.** Nach oben geht der Trentonkalk, der überall ziemlich dünn geschichtet ist, allmälig in einen bituminösen schwarzen Schiefer über, der etwa 25 Meter Mächtigkeit hat, mit Ausnahme einiger Graptolithen kaum Versteinerungen enthält und mit dem Namen der Uticaschiefer (9) belegt worden ist.

Das letzte Glied des untersilurischen Systemes wird endlich in Newyork von einer Schichtenreihe bis zu 300 Meter Mächtigkeit gebildet, welche man die Hudsongruppe (10) genannt hat; es sind hellgrüne, feinkörnige Schiefer, thonige, graue oder dunkelbraune Kieselsandsteine, welche der rheinischen Grauwacke ähnlich sind, mit untergeordneten Lagern und Schmitzen eines dolomitischen Kalksteines, der stets nur locale Ausbreitung hat. Die unteren Schichten enthalten wie die Uticaschiefer fast nur Graptolithen, während die oberen Schichten sehr reich an Versteinerungen sind. Sie bilden mit den Uticaschiefern zusammen nur ein Stockwerk, das Hudson-Stockwerk (c), so dass man also das gesammte untersilurische System als aus drei Stockwerken, Potsdam-, Trenton- und Hudson-Stockwerk, zusammengesetzt ansehen kann.

§. 316. **Niagara-Gruppe.** Das obersilurische System beginnt an seiner Basis mit einer Gruppe von Sandsteinen, Puddingen und Conglomeraten, die eine sehr veränderliche Mächtigkeit haben und gar keine oder nur wenige Versteinerungen, Reste von Meerespflanzen, enthalten. Nach localen Unterschieden hat man hier den sogenannten grauen Sandstein, der zu Mühlsteinen benutzt wird, und das Quarzconglomerat von Oneida (1) unterschieden. Auf diesen beiden Schichtengruppen liegen rothe oder bunte Sandsteine mit thonigem Bindemittel, die bald in förmliche Thone, bald in Quarzite übergehen und nach oben hin eine unter dem Namen des grauen Bandes bekannte, sehr weit sich hinziehende Schicht grauer Sandsteine enthalten. Man bemerkt auf diesen Sandsteinen, welche mit dem Namen des Medinasandsteines bezeichnet worden sind, Wellenspuren, welche darauf hindeuten, dass die Schichten am Ufer des Meeres abgelagert wurden. Sie enthalten nur sehr wenige Versteinerungen.

Die Schichten von Clinton (2), welche bald aus rothen Sandsteinen, bald aus schiefrigen Thonen, meist von grüner Farbe mit ein-

gelagertem Kalk und Eisengestein, bestehen, sind die ersten versteinerungsreichen Schichten des obersilurischen Systemes und namentlich durch Armfüssler und Trilobiten charakterisirt, welche von denen des untersilurischen Systemes gänzlich abweichen.



Fig. 83.

Durchschnitt des obersilurischen Systemes zwischen dem Ontario- und Erie-See. *a a* Niveau des Ontario. *b c d e f g h* Niveaulinien des Niagara. *i* Niveau des Erie. *k l* Zukünftige Falllinie des Niagara. *m* Lewiston. 1 Oneida- und Medina-Sandsteine. 2 Clintongruppe. 3 Niagaraschiefer. 4 Niagarakalk. 5 Onondagasandstein. 6 Pentamerenkalk. 7 Süsswasserablagerungen.

Auf den Schichten der Clintongruppe liegen bläuliche, ziemlich reine Kalksteine, welche zuweilen etwas Kiesel- und Bittererde enthalten, an anderen Orten Drusen von Gyps zeigen und an ihrer Basis allmälig in thonige Schiefer, die sogenannten Niagaraschiefer (3), übergehen, welche leicht verwittern und von dem Gewässer zerstört werden. Dieser Kalk, der einen weit verbreiteten Horizont bildet, viele Versteinerungen enthält, nach dem Westen hin stets an Mächtigkeit zunimmt, gegen Osten aber allmälig durch Sandsteine ersetzt wird, ist deshalb mit dem Namen des Niagarakalkes (4) belegt worden, weil seine eigenthümliche Beschaffenheit die Ursache jener Fälle enthält. Die harten compacten Kalksteine bilden nämlich eine Terrasse, deren aus Thonschiefer bestehende Sohle beständig von dem Wasser abgespült wird, so dass dann die unterhöhlten Schichten zusammenbrechen und steile Abstürze bilden.

Die sämmtlichen Schichtengruppen von dem Oneida-Conglomerate bis zu den Niagarakalken fasst man auch unter dem Namen des Niagara-Stockwerkes zusammen.

Salz-Gruppe. Auf dem Niagarakalke liegt wieder eine Masse von etwa 300 Meter Mächtigkeit, welche fast gar keine Versteinerungen enthält, nur eine beschränkte Ausdehnung in der westlichen Hälfte von Newyork und im südlichen Canada hat und die man die Onondaga- oder Salz-Gruppe genannt hat. Es sind Schieferthone und Mergel, welche Bänke und Stöcke von dolomitischen unreinen Kalken, von Anhydrit und Gyps enthalten und eine grosse Menge von Salzquellen entspringen §. 317.

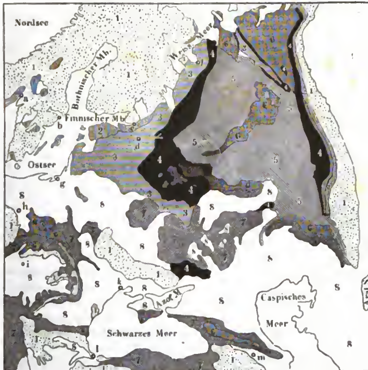
lassen, weshalb diese Gruppe von bedeutender ökonomischer Wichtigkeit ist. Man hat sie, ziemlich unnöthiger Weise, in zwei Gruppen geschieden, die unteren oder Leclaire-Schichten, die wesentlich kalkiger Natur sind, und die oberen, eigentlichen Onondaga-Schichten, welche vorzugsweise das Salzgebirge enthalten.

§. 318. **Untere Helderberg-Gruppe.** Auf diese Salzschicht folgt wieder ein Horizont von Kalken, die man in mehre untergeordnete Gruppen getrennt hat. Die untersten Schichten, welche höchstens 10 Meter Mächtigkeit haben, bestehen aus fast schiefrigen, sehr thonhaltigen Kalken und sind als hydraulische Kalke bezeichnet worden; hierauf folgen geschichtete compacte Kalksteine, die als charakteristisches Fossil den *Pentamerus galeatus* in grosser Menge enthalten und durch ihren Widerstand gegen die Verwitterung einen leicht erkenntlichen Horizont längs der Thalwände darstellen. Man unterscheidet sie als unteren Pentamerenkalk; sie sind von einem oberen Pentamerenkalk durch eine Mittelschicht von Thonen und Thonschiefern getrennt, die zehn bis zwölf Meter Mächtigkeit erreicht, eine grosse Anzahl von Versteinerungen enthält und mit dem Namen der Delthyrisschiefer belegt worden ist. Der obere Pentamerenkalk bildet die Grenze des obersilurischen Systemes, welches sich hauptsächlich in Obercanada, in Ohio, Indiana, Tennessee nnd Illinois, sowie an den Ufern des Huronen- und Michigan-Sees entwickelt zeigt nnd namentlich durch das Ueberwiegen mächtiger dolomitischer Kalkgruppen sowie durch die vielen Salzqnellen sich auszeichnet. Die sämmtlichen Kalkschichten bilden indess nur ein Stockwerk, mit welchem das obersilurische System abschliesst und das man die untere Helderberggruppe genannt hat, so dass demnach dies System ebenfalls aus drei Unterabtheilungen besteht, dem Niagara-, Onondaga- nnd Helderberg-Stockwerk.

§. 319. Im **Norden Europas** erscheinen die silurischen Gebilde hauptsächlich als Grundlage eines ungeheuren weiten Beckens entwickelt, welches einerseits anf den Graniten von Finnland, Norwegen und Schweden, andererseits auf dem krystallinischen Centralkerne des Uralgebirges aufliegt. Das ganze europäische Russland stellt so gewissermaassen eine äusserst flache, aus silurischen Schichten gebildete Schale vor, deren innerer Ranm durch die nachfolgenden Ablagerungen, welche besonders dem devonischen, permischen und jurassischen Systeme angehören, ausgefüllt ist nnd an deren Rändern nur die silurischen Schichten hervortreten. Diese Schichten bilden deshalb hauptsächlich nur zwei Linien, eine längs der südlichen Ufer des finnischen Meerbusens und des Ladogasees, und eine zweite, fast genau von Nord nach Süd streichende Doppellinie, welche den krystallinischen Centralkern des Ural einschliesst und deren Schichten einerseits westlich gegen Europa, andererseits östlich gegen Sibirien einschiessen. In dem west-

lichen Flügel der Mulde, in der Linie von dem finnischen Meerbusen bis zu dem von Archangel, fallen die Schichten mit höchstens 3 Grad Neigung gegen Ost und Südost ein, liegen also fast horizontal, während

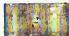
Fig. 84.



Karte des östlichen Europas.



Granit, Gneiss, vulcanische und azoische Gebilde.



Silurisches System.



Devonisches System.



Kohlensystem.



Permisches System.



Jura.



Kreide.



Tertiäre, diluviale und heutige Bildungen.

a Christiania. *b* Stockholm. *c* Petersburg. *d* Novgorod. *e* Moskau. *f* Archangel. *g* Königsberg. *h* Breslau. *i* Pesth. *k* Odessa. *l* Konstantinopel. *m* Tiflis.

der östliche Flügel der Mulde, am Ural, weit steiler aufgerichtet ist, wobei auch die Gesteine eine Aenderung erfahren haben und in Glimmerschiefer, Quarzit etc. nmgewandelt sind. Ausser dieser Haupterstreckung in Russland befinden sich noch an verschiedenen Stellen der skandinavischen Halbinsel, wie namentlich an der südlichsten Spitze bei Malmö, bei Christiania, bei Linköping und am Wenersee einzelne inselartige Ablagerungen von silurischen Gebilden, die zuweilen auf die sonderbarste Weise aufgerichtet und von krystallinischen Gesteinen durchsetzt sind. Die nördlichen Inseln der Ostsee liegen in dem Zuge silurischer Gesteine, die sich längs dem finnischen Meerbusen erstrecken, und zwar sind die Inseln Oeland und Dago aus untersilurischen, Gotland und Oesel aus obersilurischen Schichten gebildet. Während in Schweden und Norwegen und namentlich in Westgothland durch diese Aufrichtung die ursprüngliche Natur der Schichten mannigfaltig verändert worden ist und diese hauptsächlich aus Granwacke, Kieselsandstein, schwarzen Alaunschiefern, Thonschiefern nnd Stinkkalken bestehen, sind dagegen längs des finnischen Meerbusens bei Reval und Petersburg die Schichten fast horizontal aufgelagert und, wie es scheint, nur äusserst wenig verändert.

§. 320. **Zusammensetzung.** An der Basis der untersilurischen Schichten von Russland uud unmittelbar auf dem finnischen Granite liegt ein zäher blauer Thon auf, welcher zuweilen eine schiefrige Schichtung annimmt, bisweilen sandig wird oder auch Glimmer führt, wenig undeutliche Versteinerungen, Tange und vielleicht mikroskopische Fischzähne (?) enthält.

Auf diesem Thone liegt ein weisslicher Sandstein mit bald kalkigem, bald kieseligem Bindemittel, der nach oben hin gelblich nnd eisenhaltig wird und eine Menge kleiner Schalen enthält, welche der Gattung *Obolus* angehören, die in der nächsten Verwandtschaft zu *Lingula* steht. Man hat diesen Sandstein, der überall in den Flussbetten über dem Thon hervorsteht und einen leicht kenntlichen Horizont bildet, den Obolus- oder Ungulitensandstein genannt. Er entspricht durch seine Lage und durch die eigenthümliche Versteinerung, die er in zahlloser Menge enthält, offenbar dem Potsdamsandstein Nordamerikas.

Auf dem Obolussandstein liegt ein bitumiuöser Alaunschiefer, der zuweilen Kohlen, gewöhnlich aber rundliche Kalkknollen enthält und mit Ansnahme einiger Graptolithen gewöhnlich gar keine Versteinerungen zeigt.

Einen hervorstechenden Horizont bildet der Pleta- oder Orthocerenkalkstein, ein gewöhnlich grauer, erdiger, dünn geschichteter Kalkstein, welcher in seinen unteren Lagern zuweilen sandig wird nnd stets eine Menge dunkelgrüner chloritartiger Körner enthält, welche ihm ein ganz eigenthümliches Ansehen verleihen. Dieser Kalk ist ausserordentlich reich an Fossilien und entspricht durch dieselben, wie

durch seine Lage, wesentlich dem Trentonkalke Nordamerikas. Mit ihm ist die Reihe des untersilurischen Systemes auf dem Festlande von Russland geschlossen.

Das obersilurische System zeigt sich nirgends auf dem westlichen Festlande Russlands, bildet aber, wie schon bemerkt, die Inseln Oesel und Gotland ganz allein. Es besteht auf Oesel aus zwei Horizonten von Kalken, die von dünnen glimmerigen Sandsteinen überlagert sind, eine grosse Anzahl von Versteinerungen, namentlich Korallen enthalten und dem Niagarakalke sowie dem Pentamerenkalke Nordamerikas entsprechen. §. 321.

Die Zusammensetzung dieser Insel stimmt gänzlich mit derjenigen der Insel Gotland überein, welche das beste Beispiel der obersilurischen Formation in Skandinavien darstellt. Die Schichten dieser Insel fallen so sanft von Nord nach Süd ein, dass sie fast horizontal scheinen, während sie doch angenscheinlich auf dem granitischen Kerne Schwedens aufruhen. Die untersten Schichten bestehen aus dunkelgrauen Schiefern mit Kalksteinknollen, die allmälig in den Wenlockkalk Englands übergehen, über welchem dann grüne Schiefer, darauf Korallenkalke und endlich Schiefersandsteine folgen, die den Ludlowfelsen parallel sind und am südlichen Gestade von devonischen Korallenkalken überdeckt werden.

Auf dem Festlande **Skandinaviens** sind besonders die beiden Becken von Christiania und am Mjösensee in Norwegen genauer untersucht worden. Ueber dem Grundgebirge finden sich zuerst Alaunschiefer mit eingelagertem Anthrakonit und Stinkkalken, in denen viele kleine Trilobiten, besonders Olenus sich finden. Im Gebirge wird der Alaunschiefer zu Thonglimmerschiefer mit Kalk und Quarzit. Diese Alaunschiefer bilden die Primordialfauna. §. 322.

Auf diesem Stockwerke liegen dunkle Schiefer mit vielem Schwefelkies und Graptolithen, zwischen welchen ein mächtiges Lager von knotigem Kalke entwickelt ist, der Orthocerenkalk, der ausser diesen eine Menge von Trilobiten, namentlich aus den Gattungen *Asaphus* und *Illaenus* enthält; — die Graptolithenschiefer sind nur selten unter, meist mehr über diesem Kalke entwickelt und werden von dunkelgrauen Kalksandsteinen und Conglomeraten überlagert, womit die untersilurische Abtheilung schliesst.

Das obersilurische System beginnt mit einer mächtigen Kalkschichtengruppe, in welcher hier und da, wie z. B. bei Malmö, an der Basis Schiefer oder mehr nach oben hin Mergel entwickelt sind. Der Kalk ist bald krystallinisch, bald rein, graublau, bald mergelig und schiefrig, die Schichten sind mit Crinoiden und Brachiopoden überfüllt, Orthoceren und Korallen finden sich in Menge und besonders zeichnen sich die unteren Kalkschichten durch einen grossen Reichthum an Pentamernsschalen aus.

Auf diesem Stockwerke liegen grüne, dünne Schiefer, in welchen viele Graptolithen, Mergel und Kalksteine mit Spirigerina, rothe und grüne Schieferthone und Sandsteine und als Einlagerung in diesen mergelige Kalksteine mit Chonetes striatella, womit das obersilurische System abschliesst.

Die Punkte, wo in Schweden das silurische System entwickelt ist, wie z. B. an dem bekannten Kinnekulle am Wenersee, zeigen ähnliche Gliederung. Hier ruht freilich der Alaunschiefer mit der Primordialfauna noch auf einem feinkörnigen Sandsteine mit Fukoiden, dann folgen aber die Orthocerenkalke und darüber die grünen Schiefer mit Graptolithen, ganz wie bei Christiania, so dass offenbar sämmtliche Ablagerungen der skandinavischen Halbinsel in einem und demselben Meere vor sich gingen.

§. 323. In **England** bildet das silurische System zwei Gruppen, welche sich in der Grafschaft Wales und den angrenzenden Grafschaften Shropshire und Herefordshire sowie in Cornwallis an die krystallinischen Kerne der Westküste dieses Landes anlehnen, aber meistens so durch einander geworfen sind, dass es nur sehr schwer hält, ihre eigentliche Aufeinanderfolge herauszubringen. Die untersten Schichten werden bei Llanberis und Penrhyn von Dachschiefern, welche in die ganze Welt verführt werden, bei Barmouth und Harlech von Sandsteinen gebildet, die in den Hügeln von Longmynd bei 6000 Fuss Mächtigkeit erreichen sollen. Man hat bei Longmynd Reste von Ringelwürmern (*Arenicolites*) und in diesen Schiefern entsprechenden Gesteinen der irländischen Küste besondere Strahlthiere entdeckt (*Oldhamia*), die vielleicht die ältesten Versteinerungen Europas sind. Die ganze Gruppe ist auch die Longmyndgruppe genannt und der Hurongruppe Nordamerikas parallelisirt worden. Auf diesen Sandsteinen liegen schwarze Schiefer, Dachschiefer, Kieselconglomerate, welche Ueberreste von *Lingula*, Trilobiten, andere Crustazeen, Cystideen und Orthoceren enthalten. Zahlreiche Durchbrüche von Trapp und Porphyren haben diese Schiefer, von denen man die untere mehr sandige Gruppe mit dem Namen der Lingulaschiefer, die obere mehr erdige, durch ihre schwarze Farbe und eingeschlossenen Bohnerzlager ausgezeichnete, als Tremadocschiefer bezeichnet hat, vielfach durch einander geworfen und verändert. Sie erreichen eine Mächtigkeit von vielleicht 1000 Metern und entsprechen durch die Trilobitengattungen *Olenus* und *Paradoxides* den untersten silurischen Gesteinen von Böhmen und der Primordialfauna überhaupt, weshalb Lyell sie auch mit der vorigen und der ganzen Gruppe der Primordialschichten als **Cambrisches System** abtrennt.

§. 324. **Unter-Silur.** Auf diesen Schichten der Primordialfauna liegen nun zuerst quarzige Sandsteine, Quarzite (die sogenannten Stiper-stones von

Shropshire) mit zwischenliegenden Thonschiefern, worin Ogygia Selwynii und Dimodygrapsus geminus charakteristisch sind, und die man als untere Llandeilogruppe unterschieden hat. Die daraufliegende obere Llandeilogruppe besteht aus schwärzlichen, glimmerigen Schiefern, schwarzen Kalkschiefern mit zwischenlagernden Kalkplatten und Anthracitschmitzen, welche viele Graptolithen, Ogygia Buchii, Asaphus tyrannus, Echinosphaerites u. s. w. enthalten.

Auf diesen Schiefern liegen die Caradocgesteine, quarzhaltige Sandsteine, meist von tief dunkelrother Farbe, mit vielen schmutzig gelben, thonigen und kieselhaltigen Adern, auf welchen andere kieselige hellgrüne Sandsteine liegen, in denen dunkelrothe Adern sich zeigen und die allmälig durch einen olivengrünen, plattenförmigen, abgesonderten Sandstein in dünne, sandige und thonige Schiefer übergehen, in welchen Nester von Sandstein eingebacken sind, die viele Fossile enthalten. Dünne, thonige Kalksteine, die sogenannten Balakalke und Mergelschichten wechseln zuweilen mit diesen Sandsteinen ab, liegen aber meistens unter ihnen. Die beiden Gruppen von Llandeilo und Caradoc entsprechen durch ihre Trilobiten (*Trinucleus Caractaci*, *Calymene punctata*) dem oberen Stockwerke des untersilurischen Systemes in Böhmen und schliessen dieses System für England ab. Sie entsprechen, wie es scheint, wesentlich dem Trentonkalke und der Hudsongruppe in Nordamerika.

In neuerer Zeit hat man noch eine mittlere auf den Caradocgesteinen aufliegende Gruppe unterschieden, die aus Schiefern, Sandsteinen und Conglomeraten besteht, aber nur an einzelnen Punkten, wie bei Llandovery, entwickelt ist, woher sie auch den Namen hat. Sie scheint indessen nur eine locale Ausbildung der oberen Caradocgesteine zu sein, in welcher besonders Pentamerus laevis charakteristisch ist.

Das **obere silurische System** wird in England durch zwei §. 325.
Hauptgruppen vertreten, von welchen die untere mehr kalkig, die obere mehr thonig und sandig ist. Die Gruppe der Wenlockschichten besteht an der Basis aus thonigen grauen oder schwarzen Schiefern, schmutzigen concretionirten versteinerungsreichen Kalksteinen, welche anfangs Nieren in den Schiefern bilden, nach oben aber allmälig in dicke krystallinische unreine Kalke übergehen, welche wieder von Thonschiefern bedeckt werden, die eine Menge grösserer und kleinerer Kalkconcretionen enthalten. Die Wenlockgesteine bieten so die mannigfaltigsten Uebergänge von fast reinen Thonschiefern zu Kalkschichten dar, indem diese anfangs nur zerstreuten Kalkconcretionen allmälig so überhand nehmen, dass sie allein die Schicht ausmachen und die Thonschiefer ganz verschwinden. Dieser Kalkstein ist gewöhnlich bläulich und verwittert zu einer hellgrauen Masse. Er wird namentlich bei Dudley sehr ausgebeutet und ist an diesem Orte sehr reich an Versteinerungen.

Die obersten Lager des silurischen Systemes endlich werden von den sogenannten Ludlowfelsen gebildet, deren untere Schichten aus festen Thonschiefern gebildet sind, die nur wenig Sand nnd wenig Kalk enthalten, in allen möglichen Nüancen von Grau und Schwarz spielen und als Platten benutzt werden. Auf diesen liegen glimmerhaltige, graue, sogenannte Downton-Sandsteine, die bald sehr thonig, bald kalkig werden, und in deren Mitte man namentlich eine nur wenige Zoll dicke Schicht unterscheidet, die fast nur aus einem Conglomerat von Fischresten zu bestehen scheint. Zwischen diesen beiden befindet sich eine Schichtenfolge fester blauer Kalke, die Murchison Aymestrykalk neunt, nnd die einigermaassen krystallinisch aussehen, trotz ihrer thonigen Beschaffenheit. Die oberen Platten von meist rothen Sandsteinen und Schieferletten, womit das System abschliesst, hat man auch Tilestone genannt.

§. 326. In **Frankreich** bildet das silurische System hauptsächlich die Halbinsel der Bretagne, und erscheint dort in mehreren Massen abgelagert, die sich an die granitischen Kerne anlegen, welche einestheils im Süden in der Vendée, anderntheils im Norden auf einer Zone von Brest über St. Malo nach Alençon entwickelt sind, und zu denen sich noch einzelne kleine Granitkerne, bei Barfleur und auf den normandischen Inseln hervorstehend, gesellen. Das silurische System bildet so gewissermaassen zwei Becken, welche indessen nicht vollständig von einander getrennt sind, sondern an einzelnen Stellen mit einander zusammenhängen. Auf dem nördlichen Becken liegen Cherbourg, St. Lô, auf den verbindenden Stellen zwischen beiden Mortain und Domfront. Das südliche Becken ist das bedeutendere und kann in mehre Theile geschieden werden. Der westliche Theil dieses Beckens wird etwa von Linien begrenzt, die man von Brest nach Morlaix, Callac, Carhaix, Gourm und Loc-Ronan ziehen kann. Der östliche Theil des Beckens ist der bedeutendere, und hängt durch einen schmalen Arm, bei Rostrenen, mit dem westlichen zusammen. Man kann die weite Oberfläche, die er bildet, etwa durch folgende Städte begrenzen, Rostrenen, Pontivy, Ploërmel, Gacilly, Nozay, Angers, Alençon, Mayenne, Fougères, Evran, Quintin. Auf der weiten von diesen Linien umschriebenen Fläche finden sich vielfache Ablagerungen des devonischen Systemes, und mancherlei Wechsel zwischen den verschiedenen Abtheilungen, die man im silnrischen Systeme unterscheiden kann. Es bieten sich nämlich hauptsächlich drei Gruppen in den Schiefern dar. Die untersten dieser Schiefer sind Quarzconglomerate, qnarzige Sandsteine, grüne seidenglänzende Schiefer, die krystallinisch werden, und die namentlich bei Belle-Isle entwickelt sind. Darin finden sich vielfache Ablagerungen eines compacten hellgrauen Kalksteines, die namentlich bei Dinand als Marmor ausgebeutet werden, wie auch häufig bituminöse Kalksteine. Die Versteine-

rungen dieser untersilurischen Schichten entsprechen der höheren Gruppe dieses Systemes, während die zur Primordialfauna gehörigen Gattungen noch nicht in Frankreich gefunden worden sind. Auf dieser mehr quarzigen Grnndlage, die gewöhnlich steil aufgerichtet ist, lagern dann die oberen Thonschiefer und Dachschiefer des obersilurischen Systemes, welches einen weit grösseren Flächenraum einnimmt als das nntersilurische, nnd namentlich im nördlichen Becken bei Feugerolles und St. Sauveur viele Fossilien enthält, während die Hauptversteinerungsfundorte im untersilurischen Systeme sich in dem südlichen Becken bei Angers und Vitré finden und in bedeutender Mächtigkeit als vortrefflicher Dachschiefer ausgebeutet werden können. In anderen Fällen enthalten

Fig. 85.

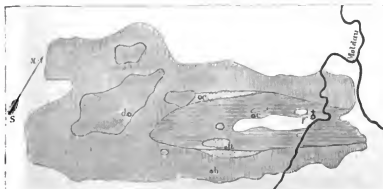


Durchschnitt der Bretagne zwischen Rennes und Nantes.

a Sandstein. *b* Schiefer. *c* Metamorphosirte Schiefer. *d* Granit.

diese Dachschiefer, die namentlich bei Angers sehr bekannt sind, so bedeutende Zusätze von Glimmer, dass sie allmälig in Granwacke übergehen. Die Schichten des silnrischen Systemes sind in der Bretagne

Fig. 86.



Azoische | Mittlere | Obere | Obersilurisches System. | Kohlensystem.
Abtheilung des untersilurischen Systemes.

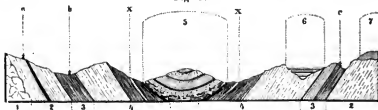
Karte des silurischen Beckens von Böhmen.

a Ginetz. *b* Pribram. *c* Skrey. *d* Pilsen. *e* Beraun. *f* Prag.

auf die mannigfachste Weise in wellenartiger Form gebogen, so dass das Land eine Menge kleiner flacher Rücken darstellt, deren Höhen durch den Sandstein gebildet werden, während die Schiefer die Einbiegungen der Thäler zwischen diesen Rücken ausfüllen. Zwischen Nantes und Rennes namentlich ist diese Bildung sehr auffallend.

§. 327. In **Böhmen** bilden die silurischen Schichten ein weites Becken, welches etwa in der Richtung von Nordost nach Südwest orientirt ist und eine gezogene Ellipse mit unregelmässigen Rändern darstellt, deren grosse Axe durch Pilsen, Beraun und Prag geht. Es ruhen diese Schichten auf Granit und Gneiss und sind theilweise von Steinkohlengebilden und weiterhin von Kreide überlagert. Ihre Structur und das Verhältniss ihrer Fossilien sind besonders von Barrande genauer dargestellt worden; das Ganze bildet eine Mulde, in deren Umkreis überall die untersilurischen Schichten nach der Mitte hin einschiessen, während die obersilurischen Gebilde die Ausfüllung machen.

Fig. 87.



Durchschnitt des silurischen Systemes in Böhmen.

1 Granit. 2 Azoische, 3 Mittlere, 4 Obere Abtheilung des untersilurischen Systemes. 5 Obersilurisches System. 6 Kohlensystem. 7 Kreide. *a* Pribram. *b* Ginetz. *c* Skrey. *X* Obersilurische Colonien.

An der untersilurischen Abtheilung lassen sich drei verschiedene Stockwerke nachweisen; das unterste dieser Stockwerke (2) besteht aus krystallinischen Schiefern, Conglomeraten, Sandsteinen und Grauwacken mit zwischenliegenden Bändern von Kieselschiefer und Trapp, welcher letzterer durchaus gleiche Lagerung mit den übrigen steil aufgerichteten Schichten zeigt. Alle diese Schichten enthalten durchaus keine Fossilien und entsprechen dem Grundgebirge. Die Städte Dobrisch, Pribram, Pilsen, Maukau und Rakonitz liegen auf dieser Zone, die reich an Erzgängen ist. Hierauf (3) folgt eine Zone schiefriger Gesteine, die besonders feine, glimmerige, grüne oder braune Thonschiefer und Dachschiefer enthalten, und in welchen eine ganz eigenthümliche Fauna lebt, die besonders aus Trilobiten zusammengesetzt ist, welche den Gattungen *Battus*, *Paradoxides*, *Olenus*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Sao* etc. angehören. Als besondere Leitmuschel findet

sich noch in diesen Schichten, aber selten, ein Armfüssler, *Orthis Romingeri.* Es bildet diese Zone, auf welcher als besonders reich an Versteinerungen die Localitäten von Ginetz nnd Skrey bekannt sind, die Primordialfauna.

Ein ferneres Stockwerk des nntersilurischen Systems (4), auf welchem Prag, Königsaal, Rockitzan nnd Berann liegen, besteht wieder aus Conglomeraten, Sandsteinen, Qnarziten, Grauwacken nnd in seiner oberen Hälfte ans Schiefern nnd enthält ebenfalls eine eigenthümliche Fanna von Trilobiten, die sich namentlich durch einen kleinen Brustpanzer und ein grosses Schwanzstück auszeichnen, während bei den ältesten Trilobiten ein umgekehrtes Verhältniss stattfindet. Die Trilobiten dieser Abtheilung gehören namentlich den Geschlechtern *Cheirurus*, *Asaphus*, *Ogygia*, *Trinucleus*, *Illaenus*, *Ampyx* an.

Die obersilurischen Schichten (5) nehmen in Böhmen nnr einen geringen Ranm in der Mitte des Beckens ein und zeigen eine dentliche muldenförmige Anordnung in ihrer Lagerung. Sie zeichnen sich von den untersilurischen Schichten hanptsächlich durch die grosse Entwickelnng von Kalk ans, der in dem untersilnrischen Systeme fast gänzlich fehlt, nnd sind von diesem letzteren in anffallender Weise durch Massen von Trapp getrennt, welche in schwarze thonige Schiefer eingedrnngen sind, die als charakteristische Versteinerungen eine Menge von Graptolithen zeigen und ausserdem Knollen von Kalk enthalten. Auf dieser Mulde von Trapp nnd Schiefer rnhen nun drei verschiedene Schichtengruppen von Kalk, nnd ganz znoberst wieder eine Lage von Schiefern, die alle eine ganz abweichende Fauna enthalten. §. 328.

Eine höchst merkwürdige Erscheinnng zeigt sich darin, dass an verschiedenen Stellen, nördlich und südlich von Prag, in die Schichten des untersilurischen Systemes und mit ihnen ganz in gleichförmiger Lagerung Kalksteine, Schiefer mit knolligen Kalkconcretionen und Graptolithenschiefer eingeschoben sind, die eine Menge von Versteinerungen enthalten, welche dem oberen silnrischen Systeme angehören. Barrande hat diese Erscheinung Colonien genannt und erklärt sie folgendermaassen. Während der Periode der zweiten Fauna (oberes Stockwerk des untersilurischen Systemes) begann schon in etwas entlegenen Orten die obersilurische Fauna sich zn entwickeln. Zwischen diesen nnbekannten Orten und dem böhmischen Becken bildeten sich von Zeit zu Zeit znfällige Verbindungen, wodnrch ein Theil der Arten der obersilurischen Fauna nach Böhmen herüber wanderte, dort einige Zeit an beschränkten Orten aushielt, ohne sich mit den in der Nachbarschaft lebenden Arten zu mischen (was indessen ausnahmsweise geschah), dann aber wieder ausstarb, bis nach mehrfacher Wiederholnng dieser Vorgänge nnd Herrschaft der zweiten Fanna diese gänzlich ausstarb nnd die obersilurischen Thiere sich definitiv ansiedelten. Vielleicht, dass

diese Erscheinnng, der man noch einige ähnliche aus Nordamerika an die Seite setzen kann, darauf hinweist, dass das Axiom, nach welchem Schichten, welche gleiche Versteinerungen enthalten, auch aus einer gleichen Epoche herrühren, nicht vollkommene Gültigkeit hat, sondern dass zu derselben Zeit an verschiedenen Orten auf der Erde verschiedene Schöpfnngen lebten, von denen die eine oder die andere an einem anderen Orte in einer späteren Zeit wieder aufleben konnte. Ausserdem ist anch der Umstand zu bedenken, dass in Böhmen zwar die einzelnen Fannen streng von einander geschieden erscheinen, dagegen an anderen und zwar henachbarten Localitäten, wie z. B. Hof in Bayern, die Faunen zusammenfliessen und Thiere der Primordialfauna mit denen der zweiten Fauna gemischt sind, so wie auch, dass derselbe Umstand in einer freilich jetzt verschütteten böhmischen Colonie selhst statthatte. Bedenkt man dann ferner noch, dass die Colonien aus ihrer Fanna entsprechenden Gesteinen zusammengesetzt sind, die von den sie einschliessenden Gesteinen abweichen und dass jede solche Gesteinsveränderung auch einen bedeutenden Wechsel in den bedingenden äusseren Umständen nachweist, so muss man zu dem Schlusse kommen, dass Wanderungen hier nicht statthatten, sondern, bei wirklich ganz gleichförmiger Lagerung, Wandelungen, die auf der Veränderung der äusseren einwirkenden Ursachen beruhten. Ueberdem haben indessen neuere genane Untersuchungen in Böhmen nachgewiesen, dass ausser dem grossen obersilnrischen Becken noch zwei kleine seitliche Becken existirten, welche bei späteren Hebungen, Faltungen und Ueberschiebungen so zwischen die untersilurischen Schichten eingeknickt wurden, dass sie scheinbar mit denselben gleiche Schichtenlagerung besitzen, nichtsdestoweniger aher eigentlich ans seitlicher Zusammendrückung hervorgegangene Keile sind.

§. 329. **Deutschland.** Das silnrische System ist ausser in Böhmen, in Deutschland noch in den älteren Gebirgen der Nachbarschaft, bosonders dem Thüringerwalde, dem Harze, dem Erz- und Fichtelgebirge hei Hof entwickelt. Es hesteht überall aus Grauwackeschiefern, Thon- und Dachschiefern, Quarziten und Sandsteinen, hier und da mit Kalkeinlagerungen und Kalkknollen. Am Thüringerwalde hat Richter zwei Stockwerke unterschieden, das untere vorzugsweise aus dickschiefrigen grüngranen Thonschiefern bestehend, mit Einlagerungen von Quarziten und Alaunschiefern und Abdrücken von Trilohiten, das obere aus grauen, dickschiefrigen Thonschiefern hestehend, mit Dachschiefern, dunklen, feinkörnigen, harten Sandsteinen, Kalkknollen, Alaunschiefern, Kieselschiefern mit Graptolithen und Sandschiefern mit sogenannten Nereitenabdrücken. Die Kalkknollen enthalten viele Versteinerungen, besonders Krinoiden, Tentacnliten und Orthoceren. Am Fichtelgebirge ist es noch nicht gelungen, einzelne Stockwerke zu scheiden, die Lagerung ist äusserst ver-

wirrt, mit Trilobiten der Primordialfauna (*Conocephalites*, *Olenus*) finden sich solche der zweiten Fauna (*Calymene*, *Illaenus*, *Cheirurus*). Die ganze Schichtenreihe gehört dem untersilurischen Systeme und vorzugsweise der Primordialfauna au, und zeigt einen von dem benachbarten böhmischen Silursysteme sehr abweichenden Charakter, während sie sich mehr den nordischen Ablagerungen anschliesst.

In den Alpen steht bis jetzt ein einziges Vorkommen obersilurischer Gesteine bei Dienten unweit Werfen im Salzburgischen isolirt da. Es sind schwarze Thonschiefer, die zwischen mächtige Schichten von Spatheisenstein eingelagert sind und fast nur verkieste Versteinerungen enthalten, unter denen *Cardiola interrupta* zu nennen ist.

In der norddeutschen Ebene sind zahlreiche, aus Skandinavien über die Ostsee herübergeführte Findlingsblöcke umhergestreut, welche Trümmer der silurischen Ablagerungen sind, die in Schweden namentlich früher bedeutende Strecken einnahmen. Alle Schichten dieser nordischen Ablagerungen finden sich vertreten, seltener die Alaunschiefer, die sich so leicht zersetzen, mit kleinen Trilobiten; häufiger Kalkplatten und Linsen mit Korallen und Brachiopoden (*Leptaena striatella*), die dem obersilurischen Systeme angehören und am häufigsten Kalkblöcke mit Orthoceren, die sogar in Sadowitz bei Oels in Schlesien so sehr angehäuft und so gewaltig waren, dass man sie für anstehendes Gestein hielt und zu Kalk massenhaft ausbeutete. Es gehört dieser Orthocerenkalk der zweiten Fauna des untersilurischen Systemes an. §. 330.

Anderwärts. In den Pyrenäen, in Spanien, in Belgien bei Gembloux, in Südamerika, iu Neuholland zeigen sich mehr oder minder bedeutende Strecken, die ebenfalls mit silurischen Gebilden bedeckt sind, welche theils durch ihre mineralogischen Charaktere, theils auch durch ihre Fossilien erkannt werden können. Es würde uns indess zu weit führen, auf die Beschreibung dieser Gebilde näher einzugehen, da diejenigen, welche wir bisber betrachteten, vollkommen zur Charakterisirung jener Schichten binreichen, welche die erste Schöpfung enthalten, die auf der Erde überhaupt entstand. §. 331.

Versteinerungen. Betrachtet man die Versteinerungen des silurischen Systemes im Ganzen, so drängt sich zuerst die Thatsache auf, dass man allerdings drei Faunen unterscheiden kann, von welchen die zwei ersten dem untersilurischen, die dritte dem obersilurischen Systeme angehört und deren jede ihre besonderen Formen hat. So zeichnen sich fast alle, wenigstens die grösseren Trilobitengattungen der Primordialfauna durch zahlreiche Leibesringe und fast gänzliche Reduction des Schwanzschildes aus, welches im Gegentheile bei den Gattungen, die der zweiten und dritten Fauna angehören, eine bedeutende Grösse erreicht. Die zweite §. 332.

Fauna, welche in jeder Beziehung am weitesten verbreitet ist, wird besonders durch den grossen Reichthum von Trilobiten, meist mit grossem Schwanzschilde, durch Orthoceren mit grossem seitlichem Sipho, durch die sogenannten Cystideen und Graptolithen charakterisirt; die obersilurische Fauna zeichnet sich wieder aus durch Fischreste, zahlreiche Korallen, Armfüssler, durch Schnecken und Muscheln, sowie durch neue Formen der Kopffüssler. Sehr reich an mannigfaltigen Arten, zeigt sie dagegen nur sehr beschränkte horizontale Verbreitung. Wenn aber auch diese Unterschiede bestehen, so ist damit nicht gesagt, dass die einzelnen Stockwerke und Faunen scharf von einander abgeschieden wären, überall zeigen sich im Gegentheil Mengungen und Uebergänge aus einem Stockwerke in das andere. So sind, um nur in Europa zu bleiben, in Hof Gattungen und Arten, die in Böhmen scharf in die Primordial- und zweite Fauna geschieden sind, mit einander gemengt; so in der Colonie Zippe in Prag, die jetzt verschüttet ist, Arten der zweiten und dritten Fauna, und aus der letzteren geht über ein Dutzend Arten von Trilobiten allein in das devonische System über. Scharfe Scheidung dieser Faunen findet demnach nur an beschränkten Oertlichkeiten statt und wird dann fast unbedingt von solchen Aenderungen in der Natur der Gesteine begleitet, dass man glauben darf, die Aenderung der äusseren Verhältnisse habe das Ihrige dazu beigetragen.

Ferner lässt sich aus der Verschiedenheit der Arten an verschiedenen Localitäten nachweisen, dass schon in der silurischen Periode ganz ähnliche Unterschiede der Faunen existirten, wie jetzt auf der Erdoberfläche, wenngleich die Formen, welche die einzelnen Meere bevölkerten, doch mehr Uebereinstimmung zeigten. So erwähnten wir, dass die Schichten um Hof weit mehr Arten mit den nordischen Ablagerungen gemein haben, als mit dem benachbarten Böhmen, und gleiche Unterschiede finden sich zwischen England, Skandinavien und Nordamerika.

Was endlich die Formen selbst betrifft, so ist die Primordialfauna durchaus nicht so arm, als man sich anfangs vorstellte, und täglich werden neue Typen entdeckt, welche Lücken ausfüllen. Spuren von Wirbelthieren, besonders Fischen, sind allerdings noch nicht entdeckt, dagegen sind die verschiedenen Abtheilungen der wirbellosen Thiere, sowie Seepflanzen, fast sämmtlich repräsentirt, wenn auch in abweichendem Verhältniss vom jetzigen und durch andere Typen.

§. 333. Unter den Versteinerungen der Primordialfauna bemerken wir folgende. (In diesem wie in allen folgenden Verzeichnissen sind die besonders häufigen, weit verbreiteten oder leicht kenntlichen Fossilien, die man auch als Leitmuscheln bezeichnet, mit einem * bezeichnet.)

Eozoon canadense. Palaeophycus irregularis, Butholephis antiqua, Fig. 88, Nordamerika. *Oldhamia antiqua, radiata*, Irland. *Archaeo-*

cyathus atlanticus. Graptolithus Hallianus. Noch unbestimmte *Cystideen*, Nordamerika. *Lingula *prima*, **antiqua*, Fig. 103, Nordamerika. **Dawisii*, Fig. 105, England; **Obolus *Apollinis*, Fig. 106, Russland. **Labradoricus*, Nordamerika. *Siphonotreta verrucosa*, Fig. 116, Russland. *Obotella nana*, *Discina* (*Orbicula*) *lamellosa*, Nordamerika. **Orthis Romingeri*, Böhmen. *Pugiunculus primus*, *gregarius*, *primordialis*, *Salterella rugosa*, *pulchella*, Nordamerika. Wurmröhren (*Scolithus*), *Paradoxides *Tessini*, *bohemicus*, *spinulosus*, Fig. 133, Böhmen. *Harlani* und andere Arten, Nordamerika. *Conocephalites striatus*, *Sulzeri*, Böhmen. **Ellipsocephalus Hoffii*, Fig. 134, überall in Deutschland. *Sao hirsuta*, Fig. 131, Böhmen. *Arionellus*, **Agnostus integer*, *rex*, Böhmen. **Battus pisiformis*, Fig. 130, Schweden. *Olenus micrurus*, England; **truncatus*, Schweden. *Hymenocaris vermicauda*, Fig. 142, England.

Im Kalkstein von Quebeck, der von den nordamerikanischen Geologen noch zu der Primordialfauna gezählt wird, finden sich noch besonders vertreten:

Graptolithus Logani, *pristis*. *Glyptocrinus*. *Orthis grandaeva*. *Conocardium Blumenbachii*. *Euomphalus uni-angulatus*. *Ophileta levata*, *complanata*, *compacta*. *Pleurotomaria calcifera*, **gregaria*. **Maclurea matutina*. *Murchisonia Anna*. *Orthoceras primigenium*, *laqueatum*, *Lamarkii*. *Lituites Farnsworthi*, *imperator*.

Aus der zweiten Fauna des untersilurischen Systemes erwähnen wir: §. 334.

Chaetetes petropolitanus, Russland, *lycoperdon*, Nordamerika — Hudson. **Tentaculites annulatus*, Fig. 120, *scalaris*, England — Caradoc. *Hemicosmites pyriformis*, Fig. 96, Russland. **Echinosphaerites aurantium*, *balticus*, Russland, Skandinavien; *pomum*, Schweden. *Echinoencrinus Senkenbergi*. **Graptolithus scalaris*, *tenuis*, Schweden; *turriculatus*, Fig. 95 *c*, Böhmen. *Lichenoides priscus*, Böhmen. *Coelaster matutinus*, Fig. 100, Trentonkalk Nordamerikas. *Spirifer tripartitus*, Caradoc. *Terebratula unguis*, *Rhynchonella nympha*, Böhmen. *Calligramma lata*, *obtusa*, *moneta*, *vespertilio*. **Orthis testudinaria*, Caradoc; Angers in Frankreich; Trentonkalk und Hudsongruppe Nordamerikas; Schweden; *ascendens*. **Spirifer lynx*, Russland; Norwegen, Trentonkalk Nordamerikas. *Orthisina Verneuili*, Fig. 108, Russland; Nordamerika. *Leptaena deltoidea*, Russland, Trentonkalk Nordamerikas; *alternata*, *imbrex*, *Humboldi*, *lata*. *Avicula matutina*, Saint-Sauveur, Falaise in Frankreich. **Cardiola interrupta*, Fig. 118, überall in Deutschland und England. *Nucula bohemica*, Böhmen. *Conularia Buchii*, Russland; *parva*, *anomala*, Böhmen. *Bellerophon* (*Cyrtolites*) *bilobatus*, Fig. 121, Schweden; Norwegen; England; Nordamerika. *Pleurotomaria lenticularis*, Caradoc; Trentonkalk. *Euom-*

§. 336.

Vergleichende Tabelle des Silurischen Systemes.

Obersilurisches System.

Nordamerika.	Böhmen.	Skandinavien.	Russland.	England.
Oberer Pentamerenkalk. *Pentamerus galeatus.*				
Delthyris-Schiefer. *Phacops Hausmanni; Asaphus nasutus; Phragmoceras ventricosum, Gebhardi; Leptaena depressa, punctulifera; Spirifer bilobus; Atrypa inflata; Orthis hybrida; Terebratula deflexa, reticularis.*	*H.* Obere Schiefer. *Phacops fecundus; Cheirurus Sternbergi; Proëtus superstes. Tentoculites clavulus, elegans.*			Obere *Ludlow*-Schiefer. *Downton*-Sandsteine. *Terebratula nucula, canalis, pentagona; Orbicula rugata; Chonetes lata, striatella; Orthoceras bullatum, Ibex; Avicula lineata; Trochus helicites; Bellerophon trilobatus.* *Lingula cornea; Orthis orbicularis; Athyris navicula; Onchus tenuistriatus; Plectrodus mirabilis.*
Unterer Pentamerenkalk. *Pentamerus galeatus; Euomphalus profundus; Avicula monticula, nariformis; Leptocrinus Gebhardi; Phacops Hausmanni.*				
Hydraulischer Kalk. *Tentaculites ornatus; Terebratula sulcata; Cytherina alba; Eurypterus remipes; Phragmoceras ventricosum.*	*G.* Mittlerer Kalk. *Harpes Orbignyi; Calymene interjecta; Dalmania Hausmanni, rugosa; Phacops fecundus, Bronnii; Acidaspis Hoernesi; Cheirurus gibbus; Bronteus Brongniarti.*			*Aymestry*-Kalk. *Calamopora gottlandica; Atrypa reticularis, Wilsoni. Pentamerus Knighti. Avicula reticulata. Lingula quadrata, Lewisi.*
Onondaga-Salzgruppe.				

	Atrypa reticularis. *Leptaena depressa.*			
Niagara-Gruppe. *Phacops limulurus; Bumastus Barriensis; Homalonotus delphinocephalus; Calymene Blumenbachii.* *Orthoceras annulatum.* *Spirifer Niagarensis, cyrtaena, sulcatus, bilobus, crispus; Orthis elegantula, hybrida; Leptaena depressa, transversalis; Caryocrinus ornatus; Hypanthocrinus decorus; Cyathocrinus pyriformis; Catenipora escharoides; Terebratula cuneata, marginalis, reticularis, aspera.*	*F.* Mittlerer Kalk. *Harpes venulosus; Lichas Haueri; Phacops fecundus; Proëtus bohemicus, orbitatus, neglectus; Bronteus palifer, campanifer, Dormitzeri, Brongniarti.* *Euomphalus tubiger, eximius; Tuba spinosa; Avicula mira.* *Acidaspis vesiculosa, radiata, Hoernesi; Atrypa reticularis; Pentamerus galeatus; Spirifer togatus; Chonetes embryo.*			Untere *Ludlow*-Schiefer. *Cardiola interrupta; Orthoceras Ludense; Gomphoceras pyriforme; Phragmoceras ventricosum; Lituites giganteus; Calymene Blumenbachii; Homalonotus delphinocephalus; Graptolithes Ludensis; Pteraspis.*
Clinton-Gruppe. *Calymene Blumenbachii, punctata; Sphaerexochus mirus; Agnostus latus; Terebratula reticularis, hemisphaerica; Pentamerus oblongus; Orthis lynx; Leptaena depressa, sericea.* *Medina*-Sandstein. *Oneida*-Conglomerat. Grauer Sandstein.	*E.* Unterer Kalk und Graptolithenschiefer. *Arethusina. Sphaerexochus. Ampyx. Deiphon. Staurocephalus. Acidaspis. Cheirurus. Bronteus planus; Proëtus decorus, intermedius, venustus; Phacops fecundus, Volborthi.* *Orthoceras dulce, annulatum, bohemicum, pelagicum; Cyrtoceras imperiale; Phragmoceras imbricatum.* *Atrypa reticularis; Leptaena depressa; Pentamerus Kneightii; Orthis elegantula;* *Catenipora escharoides.* Graptolithen.	Korallenkalk und Knotenschiefer von Gothland und Schonen. *Deiphon. Sphaerexochus. Cyphaspis. Proëtus Phacops. Bronteus. Homalonotus. Acidaspis. Lichas. Cheirurus. Dalmania.* *Atrypa reticularis; Pentamerus galeatus; Orthis elegantula, hybrida, pecten; Orthoceras; Cyrtoceras; Phragmoceras.* *Catenipora escharoides. Calamopora gottlandica.*	Korallenkalk der Inseln Dagoe und Oesel. *Catenipora escharoides. Calamopora gottlandica. Terebratula reticularis. Orthis orbicularis; Tentaculites annulatus. Calymene Blumenbachii.*	*Wenlock*-Kalk. *Catenipora escharoides Calamopora gottlandica. Terebratula reticularis, cuneata, marginata; Spirifer bilobus; Cyrtaena trapezoidalis; Leptaena depressa. Euomphalus rugosus; Calymene Blumenbachii; Phacops Stokesi; Asaphus caudatus. Nerita haliotis; Encrinurus punctatus; Pseudocrinites bifasciatus.* *Llandovery*-Gruppe. *Pentamerus laevis. Tentaculites annulatus.*

Untersilurisches System.

Nordamerika.	Böhmen.	Skandinavien.	Russland.	England.
Hudson-Gruppe. *Graptolithen.* *Utica*-Schiefer. *Graptolithen. Triarthrus Beckii.*	*D.* Conglomerate, Quarzite schwarze und glimmerreiche Schiefer. *Amphion. Homalonotus. Asaphus. Trinucleus. Aeglina. Dionide. Telephus. Remopleurides. Illaenus. Acidaspis. Calymene Tristani. Dalmania. Cheirurus. Ogygia. Ampyx.* *Orthoceren, Orthis, Graptolithen, Cystideen.*	Uebergangsthonschiefer in Westgothland, Schonen, Bornholm. *Graptolithen.*		*Caradoc*-Sandstein. *Illaenus. Trinucleus. Ampyx. Ogygia. Zethus. Dalmania. Homalonotus. Calymene. Pentamerus oblongus. Leptaena sericea.*
Trenton-Kalk. *Chaetetes lycoperdon;* viele *Orthis* und *Orthoceras; Endoceras; Spirifer lynx; Leptaena alternata; Illaenus crassicauda; Isotelus gigas; Ceraurus pleurexanthemus; Echinoencrinites anatiformis; Lichas laciniatus; Trinucleus Caractaci.*		Orthocerenkalk und schwarze Kalkschiefer in Schweden und Norwegen fast überall. *Asaphus. Ogygia. Triarthrus. Dionide. Nileus. Aeglina. Amphion. Remopleurides. Ogygia. Ampyx. Trinucleus. Illaenus. Agnostus. Homalonotus.* *Orthoceras duplex, vaginatum. Lituites convolvens.* *Echinosphaerites aurantium, balticus.*	Orthocerenkalk (*Pleta*) von Petersburg. *Nileus. Zethus. Amphion. Remopleurides. Ogygia. Ampyx. Illaenus. Asaphus. Agnostus. Dalmania. Lichas. Orthoceras duplex, vaginatum. Orthis obtusa, ascendens, inflexa, calligramma. Echinosphaerites aurantium.*	*Llandeilo*-Schiefer und *Bala*-Kalk. *Asaphus, Ogygia, Agnostus.* *Orthis tricenaria, vespertilio, grandis.* *Echinosphaerites balticus.*
Black-river-Kalk. *Lituites maximus. Gonioceras. Endoceras. Stromatocerium rugosum.* *Chazy*-Kalk. *Illaenus. Isotelus. Asaphus. Maclurea. Leptaena. Orthis.* *Calciferous sandrock.* Fukoiden.				

Primordialfauna (*Cambrian system*).

Potsdam-Sandstein. *Lingula prima, antiqua.*	*C.* Schiefer von Ginetz und Skrey. *Paradoxides. Conocephalites. Ellipsocephalus. Sao. Arionellus. Hydrocephalus. Agnostus. Pugiunculus primus. Orthis Romingeri.*	Alaunschiefer von Andrarum und Bornholm. *Paradoxides. Conocephalites. Agnostus. Olenus.*	Ungulitensandstein. (*Ungulites*) *Obolus Apollinis.*	*Tremadoc*- und *Lingula*-Schiefer der *Malvern*-Hügel und des *Snowdon* in Wales. *Olenus. Paradoxides. Lingula Dawisii. Hymenocaris vermicauda.*
Sandstein von *Wisconsin, Jowa, Minnesota* und *Georgia.* *Conocephalites. Paradoxides. Lingula. Obolus. Pugiunculus.*	*B.* Kieselschiefer von *Przibram.*	Sandsteine mit Fukoiden.	Blauer Thon ohne Versteinerungen.	*Harlech*-Sandsteine. *Arenicolites sparsus.* *Llanberis*-Schiefer. *Oldhamia antiqua, radiata.*
Azoische Schiefer oder Lorenz-System. *Eozoon canadense.*	*A.* Krystallinische Schiefer.			

phalus (Straparollus) Gualterianus, Russland; Insel Oeland; Nordsmerika. *Maclurea Logani*, Fig. 123, Nordamerika. *Orthoceras subconicum*, Caradoc; *duplex*, Russland; *vaginatum*, Schweden. *Lituites cornu arietis*, Fig. 127, England; Russland; *convolvens*. *Calymene Tristani*. *Dalmania roccalis*. *Remopleurides radians*. *Phacops Downingiae*, Fig. 141. *Trinucleus caractaci Goldfussi*, *Pongerardi*, Fig. 135. *Ogygia Guettardi*, Fig. 136. *Buchii*, Fig. 137, Angers. *Cheirurus claviger* (alle in Böhmen.) *Illaenus Panderi*, *crassicauda*. Skandinavien. *Asaphus*, *nobilis*, *expansus*, Schweden.

§. 335. Für das obersilurische System heben wir besonders folgende Versteinerungen ihrer Häufigkeit oder weiten Verbreitung wegen hervor:

Aulopora serpens, Fig. 91, *conglomerata*, Wenlockkalk Englands; Insel Dago. *Catenipora* (*Halysites*) *escharoides*, Fig. 93, Schweden; Insel Dago; Wenlockkalk; Niagara- und Clintongruppe Nordamerikas. *Porites pyriformis*, Wenlockkalk; Dago; Gothland; Nordamerika. *Favosites polymorpha*, Fig. 92, *subbasaltica*, Gothland; Nordamerika. *Cyathophyllum caespitosum*, Fig. 89, Wenlockkalk. *Hypanthocrinus decorus*, Fig. 97, Wenlock- und Dudleykalk; Gothland; Niagaragruppe. *Fenestrella assimilis*, Fig. 102, *infundibulum*, Fig. 101, Wenlock. *Atrypa* (*Spirigera*) *tumida*, Dudleykalk; Gothland; Tenessee; Böhmen. *Atrypa reticularis*, Fig. 114, überall. *Terebratula* (*Spirigerina*) *aspera*, Dudleykalk; Gothland; Canada; *cuneata*, Dudleykalk; Wenlockkalk; Böhmen; *affinis*, Aymestrykalk; New-York; Böhmen; Gothland. *Spirifer* (*Delthyris*) *cyrtaena*, Dudleykalk; Nordamerika; Gothland; *sulcatus*, *crispus*, Dudley; Böhmen; Gothland; New-York. **Pentamerus Knighti*, Fig. 111 und 112, Aymestrykalk; Böhmen; **galeatus*, Néhou (Bretagne); Dudley; Niagaragruppe; Eifel; Russland; Böhmen. *Atrypa* (*Terebratula*) *nitida*, Dudley; New-York; *navicula*, Aymestry; Böhmen; *deflexa*, Wenlock- und Dudleykalk; New-York; Böhmen; Gothland. **Hemithyris* (*Terebratula*) *Wilsoni*, Aymestry- nnd Dudleykalk; Russland; Böhmen; Norwegen; Gothland; Tenessee. **Orthis elegantula*, Fig. 110, Wenlock- und Dudleykalk; Nordamerika; Gothland; Böhmen. *Orthis hybrida*, Wenlock; Tenessee; Canada; Gothland. *Leptaena depressa* (*Strophomena rhomboidalis*), Niagara- und Clintongruppe in New-York und Canada; Dudley; Gothland; Böhmen. **Chonetes sarcinulata* (*Leptaena lata*), Fig. 107, Gröningen; Ludlow; Eifel; Norwegen; Gothland; Russland. *Conularia Sowerbyi* (*quadrisulcata*), Russland; Wenlock; Tennessee; Neuholland; Ostgothland. *Bellerophon dilatatus*, Wenlock; Nordamerika. *Pleurotomaria* (*Murchisonia*) *Lloydii*, Ludlowfelsen. *Euomphalus rugosus*, Fig. 122, Wenlock- und Dudleykalk. *Phragmoceras ventricosum*, Fig. 126, Ludlowfelsen. *Orthoceras ibex*, Gothland; New-York; Ludlowfelsen. *Lituites* (*Hortolus*) *giganteus*, Lud-

lowfelsen. *Cyrtoceras corbulatum*, *Harpes ungula*, *Phacops ungula*, *Phacops breviceps*, *Lichas scaber*, *Bronteus planus*, Böhmen. *Onchus Murchisoni*, Ludlow.

Versteinerungen. Wenn wir diese Schöpfung im Einzelnen betrachten, so zeigt sich zuerst als wesentliches Resultat, dass bis jetzt noch durchaus keine Landpflanzen in denjenigen Schichten aufgefunden werden, welche den beiden silurischen Systemen angehören, und dass nur Repräsentanten einer der niedrigsten Familien des Pflanzenreiches überhaupt, nämlich der Tange, Fig. 88, aufgefunden wurden, welche alle nur in dem Meere vorkommen. Es gehören die Tange (Fucoiden) in die Ordnung der Algen, alles Wassergewächse von gewöhnlich grüner, rother oder brauner Farbe, die bald aus einfachen Zellen, bald aus einfachen oder verästelten Fäden, bald aus Zellenausbreitungen bestehen, die mehr oder weniger Stämme, Aeste und Blätter nachahmen können. Die Sporen entwickeln sich innerhalb der Zellen selbst und treten meistens mit besonderen Bewegungsorganen versehen durch Platzen nach aussen hervor. Die Tange nehmen die höchste Stelle in dieser Ordnung ein und wiederholen in ihren äusseren Formen oft sehr täuschend die Gestalten höherer Gewächse, indem sich an ihnen mehr oder minder lange Stämme, Zweige und Blätter unterscheiden lassen, in deren Innerem besondere Sporenbehälter sich entwickeln, die ausser den Keimkörnern noch mannigfaltige andere fadenartige Gebilde enthalten und zuweilen auf der Aussenfläche hervortreten. Die Tange überziehen gewöhnlich die Meeresufer bis auf eine gewisse Tiefe und bilden ausserdem nicht selten ungeheure Massen — gewissermaassen Bänke, welche in dem Seewasser schwimmen und einer Menge niederer Thiere zum Aufenthalte dienen. Die Versteinerungen, welche von diesen Gewächsen herrühren, bilden gewöhnlich fadenartige Wülste von ver- §. 337.

Fig. 88.



Butholepis antiquata.
Aus dem Kalksandsteine des untersilurischen Systemes von New-York.

schiedener Gestalt ohne weitere bestimmte Structur, da die zarten Zellen, welche die Pflanze zusammensetzten, längst zu Grunde gegangen sind. So charakteristisch deshalb auch diese Versteinerungen für manche Schichten sein mögen, so darf man doch auf der anderen Seite nicht vergessen, dass Deformationen dieser zarten Gebilde namentlich auch durch die Fäulniss eintreten und dass deshalb eine specifische Bestimmung derselben stets den bedeutendsten Schwierigkeiten unterliegt.

§. 338. Was die **Thierschöpfung** betrifft, so sehen wir unter den Versteinerungen der silurischen Gebilde die Hauptkreise des Thierreiches vertreten, wenn auch erst in den obersilurischen Schichten, indem in den untersilurischen bis jetzt noch durchaus keine Repräsentanten der Wirbelthiere nachgewiesen sind.

Aus der Classe der Urthiere (*Protozoa*) hat man ganz in der jüngsten Zeit in den Kalkschichten des Lorenzsystemes grosse Knollen von einem Fuss Breite und 4 bis 6 Zoll Dicke gefunden, welche offenbar einen organischen Ursprung haben und die *Eozoon canadense* genannt wurden. Sie sind aus abwechselnden Lagern von Kalk oder Dolomit gebildet, welche die ursprünglichen festen Theile des Körpers darstellen, während die dazwischen gelegenen, vom zerstörten gallertartigen Thierkörper erfüllten Räume mit Serpentin oder Pyroxen nachträglich ausgefüllt sind. Genauere Untersuchungen von Dawson und Carpenter haben bewiesen, dass diese Versteinerungen riesigen Wurzelfüssern (*Rhizopoden*) angehört haben müssen. Sie hatten ohne Zweifel wie diese Fortsätze von formloser Substanz (*Sarcode*), welche durch die Schalen hindurch mittelst feiner Canäle sich nach aussen erstreckten. Seit der Entdeckung in Nordamerika hat man ähnliche Körper in metamorphischen Gesteinen der Alpen, des Harzes und Thüringerwaldes aufgefunden.

§. 339. Die Strahlthiere, welche sich bekanntlich dadurch auszeichnen, dass ihre Organe strahlenförmig um eine mittlere Axe gruppirt sind, sind in zwei Classen, den Polypen und den Stachelhäutern, repräsentirt, die übrigen Classen des Kreises enthalten nur gallertartige Thiere, welche keiner Erhaltung fähig waren.

Die Polypen zeichnen sich bekanntlich durch einen cylindrischen Körper aus, welcher an seinem vorderen Ende einen Kranz von Fühlern trägt, die um den centralen Mund stehen. Der Mund führt in einen mit eigenen Wänden versehenen Verdauungssack, der nach hinten durch Spalten sich in die Höhle des cylindrischen Leibes öffnet, so dass die aus der Nahrung ausgesogenen Säfte unmittelbar in die Leibeshöhle übertreten. Die Geschlechtstheile bilden bandartige Streifen, welche

von dem Verdauungssacke in die Leibeshöhle hinabreichen. Selten nur sind die Polypen isolirt, gewöhnlich bilden sie Stöcke, in denen die durch Knospung entstandenen Jungen mit den älteren Thieren in Zusammenhang bleiben. Auf diese Weise werden Colonien hergestellt, in welchen die einzelnen Thiere auf einer gemeinsamen Basis ruhen, welche von Canälen durchzogen ist, die die Leibeshöhlen sämmtlicher Einzelthiere mit einander in Communication setzen. Die Erhaltung der Polypen wird dadurch bedingt, dass in ihrer äusseren Haut, sowie in ihren inneren Organen, namentlich in den bandartigen Streifen, auf welchen die Geschlechtstheile angeheftet sind, sich Kalkmasse absetzt, wodurch dann Stöcke gebildet werden, an welchen jedes Einzelthier eine besondere Zelle hat, in die es sich zurückziehen kann. Die Bildung der Polypenstöcke beginnt mit einem sogenannten Fussblatte, welches sich in

Fig. 89.



Cyathophyllum caespitosum.
In beiden silurischen und im devonischen Systeme vorkommend.

Fig. 90.



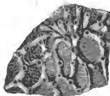
Cyathaxonia Dalmani.
Aus dem obersilurischen Systeme.

eine Verhärtung der äusseren Haut fortsetzt, die eine Art Düte bildet, und die man das Mauerblatt nennt. In die Zellen hinein ragen die Strahlen, und die Verschiedenheit der einzelnen Polypenstöcke wird theils durch die abwechselnden Verhältnisse der genannten Theile, theils durch die Ausfüllung zwischen den Zellen, theils auch durch die Gestaltung des Stockes im Ganzen bestimmt, welche bald mehr baumartig und verästelt, bald mehr massig erscheint. Die Polypenstöcke bilden nun schon in den unteren silurischen Schichten an vielen Stellen durch ihre

Anhäufung förmliche Korallenbänke und Riffe, ähnlich denen der Südsee, ein Beweis, dass in jener Zeit eine warme tropische See unter analogen Bedingungen wie jetzt in der Südsee existirte. In dem untersilurischen Systeme erwähnen wir hier besonders die Cyathophyllen, Fig. 89, deren ganze Familie sich dadurch auszeichnet, dass sie einfache oder verästelte Polypenstöcke von Becherform mit wohlausgebildeten Strahlen besitzen, deren Zellen durch schiefe oder quere Bodenwände in übereinander liegende Abtheilungen getheilt sind. Die Gattung *Cyathophyllum*, von der wir hier eine Art abbilden, die sich in beiden silurischen Schichtensystemen sowohl wie auch in dem devonischen findet, zeigt zahlreiche innere Strahlen und feine äussere Rippchen mit zahlreichen inneren Scheidewänden. Ihr nahe steht die Gattung *Cyathaxonia*, Fig. 90, die sich durch einfache Polypenstöcke, vollständige Scheidewände ohne Bodenwände und durch die zapfenförmige Säule in der Mitte des Bechers unterscheidet.

§. 340. Die Familie der Orgelkorallen (*Tubiporida*) hat Einzelthiere mit nicht breiten, dreieckigen blattartigen Fühlern, deren Zellen einzelne, gewöhnlich parallele rundliche Röhren darstellen, in deren Innerem sich keine Strahlen noch Scheidewände wahrnehmen lassen. Die Gattung *Aulopora*, Fig. 91, von welcher wir hier eine Art abbilden, die in den obersilurischen Schichten, sowie in dem devonischen Systeme häufig vorkommt, zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Röhren netzartig mit einander verbunden sind und hier und da runde Oeffnungen zeigen. Die Polypenstöcke kriechen gleichsam über die Oberfläche der Steinmassen weg, an denen sie sich festgesetzt haben.

Fig. 91.



Aulopora serpens.
Aus dem obersilurischen und devonischen Systeme.

§. 341. Die bedeutendsten Korallenstöcke der silurischen Gesteine werden von der Familie der Röhrenkorallen (*Favositida*) gebildet, massigen Polypenstöcken, die aus einzelnen cylindrischen Röhrenzellen gebildet werden, in denen sich zahlreiche horizontale Querscheidewände, aber keine inneren Strahlen zeigen. Die Gattungen *Favosites*, Fig. 92, deren einzelne Röhrchen baumartig zusammen gruppirt sind und fast schuppenartig übereinander lagern, *Catenipora*, Fig. 93, deren lange Zellen in verschlungenen Reihen senkrecht neben einander stehen, und *Syringopora*, Fig. 94, deren zuweilen verästelte Röhrenzellen durch Querröhren mit einander communiciren, charakterisiren durch die hier abgebildeten Arten hauptsächlich die obersilurischen Schichten und bilden zuweilen ungeheure steinige Massen, die den grössten unserer jetzigen Steinkorallen nichts nachgeben.

Eine höchst eigenthümliche Familie der Polypen, die nur auf die silurischen Gebilde beschränkt ist, und deshalb vortreffliche Leiter für §. 342.

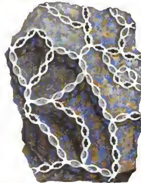
Fig. 92.



Favosites polymorpha.
Aus dem obersilurischen Systeme Englands.

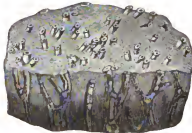
Fig. 93.





Catenipora escharoides.
Aus dem obersilurischen Systeme Englands.

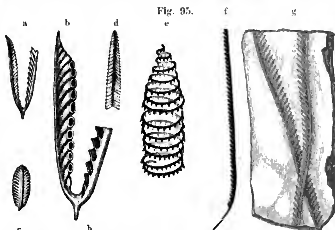
Fig. 94.



Syringopora bifurcata.
Aus dem obersilurischen Systeme Englands.

die Einreihung zweifelhafter und sonst versteinerungsloser Gesteine bildet, wird von den Graptolithen hergestellt. Ehe Barrande durch umfassende und mühevolle Untersuchungen in Böhmen die Natur dieser Versteinerungen feststellte, wurden sie bald zu den Pflanzen, bald zu den Rhizopoden, Medusen oder gar zu den Cephalopoden gezählt. Man weiss jetzt, dass diese Polypen den Seefedern, welche noch heute in unseren Meeren sich finden, am nächsten standen, und dass sie im Wesentlichen aus einer Axe bestanden, an welcher sich bald eine, bald zwei Reihen von Zellen über einander entwickelten, in welchen die Polypen sassen. Meist sind die Zellen in der Weise platt gedrückt, dass man nur ihren Rand in der Form von Sägezähnen unterscheidet. An der Axe lief ein Canal hinab, welcher alle Zellen mit einander

verband, so dass also ein jeder Graptolith eine Polypencolonie darstellt, in welcher sämmtliche Polypen durch einen einzigen gemeinschaftlichen Canal verbunden sind. Die Zellen stehen bald einzeilig,



a Graptolithus (Prionotus) geminus. b Derselbe vergrössert. *c Graptolithus (Diplograpsus) folium. d Retiolites (Gladiolites) Geinitzianus. e Graptolithus turriculatus. f Grapt. Beckii. g Grapt. latus.*
abc aus Norwegen. *def* aus Böhmen. *g* aus England.

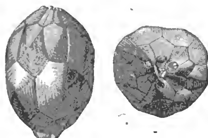
bald zweizeilig längs der Axe, die nach unten einen soliden Stiel darstellt, mit welchem die Graptolithen wahrscheinlich, wie die übrigen Seefedern, im Grunde der See feststaken. Nicht selten kommen Arten vor, die sich theilen, so dass auf einem gemeinschaftlichen Stiele zwei Axen in Gabelform, jede mit Zellen, sitzen. Die Substanz, aus welcher die Zellen gebildet waren, näherte sich jedenfalls mehr der hornartigen Substanz, die wir z. B. bei Gorgonien sehen, und enthielt keinen Kalk, so dass sie eine bedeutende Biegsamkeit besass. Die Veränderungen, welche viele Graptolithen, besonders die zweizeiligen, durch den Druck erleiden, sind deshalb ungemein gross und die Unterscheidung der Arten schwierig. Bei einigen Graptolithen-Arten kommen indess spiralige constante Windungen vor, während die sonst sich findenden Biegungen meist nur zufällige Resultate des Druckes sind.

Den Graptolithen nahe stand ohne Zweifel eine in den ältesten silurischen Schichten Irlands vorkommende Gattung *Oldhamia*, an deren geknickter Axe fächerförmig sich ausbreitende, einfache, sehr lange Zellen zu stehen scheinen.

§. 343. Die Classe der Stachelhäuter (*Echinodermata*) ist wesentlich durch eine höchst eigenthümliche Familie charakterisirt, welche fast nur in den silurischen Schichten vorkommt und mit denselben mit Aus-

nahme zweier Gattungen, deren eine in das devonische, die andere in das Kohlensystem übergeht, gänzlich ausstirbt. Die armlosen Crinoiden oder die Seeäpfel (*Cystocrinida*) haben einen eiförmigen oder runden Körper, gewöhnlich mit drei Oeffnungen, centralem Munde, einem etwas seitlich gestellten After und einer grossen, meist durch besondere Klappen geschützten Geschlechtsöffnung, welche ebenfalls seitlich angebracht ist. Bei einigen kommen Fangarme vor, bei anderen fehlen sie; der ganze Körper ist durch eckige meist gerippte Tafeln rundum geschlossen und lässt aus einem kleinen Knötchen an dem unteren Pole schliessen, dass die Thiere wahrscheinlich mit einem kurzen, vielleicht biegsamen Stiele an dem Boden befestigt waren. Die Gattung *Hemicosmites*, Fig. 96, welche wir hier abbilden, besteht aus vier Tafelreihen, die sich von unten nach oben in der Weise schliessen, dass vier Grundtafeln eine zweite Reihe von sechseckigen grossen Tafeln tragen, über welchen eine dritte Reihe von neun und eine vierte von acht Stücken folgt, welche die drei Oeffnungen einschliesst; sie kommt einzig in dem untersilurischen Systeme vor.

Fig. 96.



Hemicosmites pyriformis.
Aus dem untersilurischen Systeme Russlands.

Eine zweite Familie, die Pentremiten oder Blastoiden, kommt ebenfalls schon in dem silurischen Systeme Nordamerikas vor, während sie in Europa erst in den devonischen und Kohlenschichten gefunden wird. Sie besitzen einen dünnen Stiel, festen eiförmigen Körper mit fünf Feldern, die sich in der Mitte vereinigen, quer gestrichelt sind, eine Rinne in der Mitte und eine Oeffnung an der Spitze haben, aber keine Arme.

Schon in diesem, noch mehr aber in dem obersilurischen Systeme §. 344.
findet sich die Familie der eigentlichen Seelilien (*Encrinida*), Fig. 97 und 98 (a. f. S.), welche alle einen becherförmigen Körper besitzen, auf dessen oberer Fläche Mund und After neben einander stehen, und dessen Rand mit bald einfachen, bald verästelten Armen besetzt ist, die wieder secundäre Strahlen tragen und sich öffnen oder schliessen können. Der Körper ist durch einen mehr oder minder langen Stiel, der aus übereinander gelegten Kalkstückchen zusammengesetzt ist, an den Boden geheftet. Die Zusammensetzung des becherförmigen Körpers aus einzelnen Tafeln, die Bildung des Stieles und der Arme bieten vielfache Unterscheidungsmerkmale dar, auf welche gestützt man eine grosse Anzahl von Gattungen und Arten aufgestellt hat. Die hier abgebilde-

ten Arten, welche alle für das obersilurische System charakteristisch sind, gehören der Familie der Actinocriniden an, welche sich durch

Fig. 97.



Hypanthocrinus decorus.
Aus dem obersilurischen Systeme Englands.

Fig. 98.



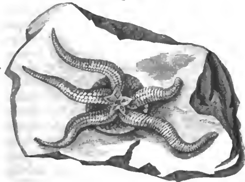
Dimerocrinus icosidactylus.
Aus dem obersilurischen Systeme Englands.

eine lange runde Säule, wenig zusammenhaltende Täfelchen und lange mehrfach getheilte Arme auszeichnen, deren innere Seiten mit Strahlen wie der Bart einer Feder besetzt sind. *Hypanthocrinus* dürfte wegen seiner Arme und des dazwischen befindlichen erhabenen Mundfeldes eine eigene Familie bilden. Es würde zu weit führen, auf die Charakteristik dieser Gattungen einzugehen, da hierzu die nähere Beschreibung der Anordnung der einzelnen Täfelchen nöthig ist.

§. 345. Ausser der Ordnung der Seelilien, welche durch ihre gestielten Formen in dem silurischen Systeme vertreten sind, finden wir indessen auch die Seesterne (*Stellerida*), und zwar durch eigentliche Seesterne sowohl wie durch Schlangensterne vertreten. Die Schlangensterne (*Ophiurida*), Fig. 99, besitzen eine rundliche Mittelscheibe mit einem centralen Munde, die alle Eingeweide enthält, und von welcher aus fünf äusserst biegsame Arme ausgehen, die keinen inneren Canal und keine untere Furche besitzen. Sie kommen zuerst in dem obersilurischen Systeme vor; bei den eigentlichen Seesternen (*Asterida*), Fig. 100, findet sich zwar auch eine mittlere Körperscheibe, die aber bald mehr bald minder in Ecken oder Arme ausgezogen ist, die auf ihrer Unterfläche Furchen besitzen, durch welche besondere Saugfüsse hervortreten können; die in der Körperscheibe gelegenen Eingeweide schicken Ver-

ästelungen in diese sogenannten Arme hinein, wodurch diese sich wesentlich von den Armen der Schlangensterne unterscheiden. Die hier

Fig. 99.



Ophiura constellata.
Aus den obersilurischen Schiefern von Montrepuis (Aisne) in Frankreich.

Fig. 100.



Coelaster matutinus.
Aus dem Trentonkalke von New-York.

abgebildete Art wurde bis jetzt nur in dem untersilurischen Systeme Nordamerikas gefunden.

Die Classe der Moosthiere (*Bryozoa*), die man früher mit den Polypen zusammenwarf, die sich aber wesentlich von ihnen unterscheiden und mit den Manteltbieren eine Gruppe des Thierreiches ausmachen, die am nächsten an die Schalthiere herangeht, sind in dem silurischen Systeme schon reichlich repräsentirt. Es bilden diese Moosthiere stets Colonien, und ihre Polypenstöcke sind von Zellen gebildet, welche niemals innere Strahlen, dagegen sehr häufig Spitzen, Stacheln und selbst Deckel besitzen. Die in diesen Zellen lebenden Thiere unterscheiden sich von den Polypen namentlich durch die Organisation ihres Darmcanals, der schlingenförmig sich umbiegt und in einem After neben dem Munde sich öffnet, durch wimpernde Fangfäden und durch die Existenz eines einfachen Nervenknotens. Die Polypenstöcke selbst sind meistens nur klein und zeigen sich häufig nicht isolirt, sondern nur als Incrustationen über anderen Körpern. Die hier abgebildeten Arten, Fig. 101 und 102, die beide sowohl in dem obersilurischen wie in dem devonischen Systeme vorkommen, gehören zu der Familie der Fenestelliden, deren kalkige, einfach runde Zellen §. 346.

Fig. 101.



Fenestella infundibulum.

Fig. 102.



Fenestella assimilis.

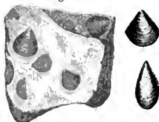
durch eine Verbindungsmasse so verschmolzen sind, dass nur ein Theil der vorderen Mündung becherförmig auf der Oberfläche erscheint.

§. 347. Die Muschelthiere (*Acephala*) sind in dem silurischen Systeme hauptsächlich durch die Unterclasse der Armfüssler (*Brachiopoda*) vertreten. Der Körper der Armfüssler ist stets von einer zweiklappigen Schale umschlossen, deren beide Hälften niemals einander vollkommen gleich, während dagegen die beiden Seiten fast stets einander ähnlich sind, so dass man die geschlossene Muschel, die auf der einen Schale liegt, durch einen senkrechten Schnitt in zwei gleiche Hälften theilen kann. Man hat demnach die eine, gewöhnlich grössere oder gewölbte Schale die Rückenschale, die andere kleinere die Bauchschale genannt. Das Thier des Armfüsslers ist meistens klein im Verhältniss zur Schale selbst und zeichnet sich vor den übrigen Muschelthieren durch höchst merkwürdige Eigenthümlichkeiten aus. Der Sack, welcher die Eingeweide umhüllt, setzt sich nach unten zu in einen aus doppelten Blättern bestehenden Mantel fort, dessen inneres Blatt weitläufige Gefässverzweigungen trägt und das eigentliche Respirationsorgan bildet. Von diesem Mantel aus treten feine Blindsäcke in die Schale über und geben letzterer eine eigenthümliche poröse Structur. Der Mund befindet sich zwischen den beiden Mantelblättern in der Mitte, der After am Rande der Schale, so dass nach ihm das Vorn und Hinten bestimmt werden könnte. Es existiren stets zwei Herzen, welche direct mit der Höhlung des Eingeweidesackes communiciren; das merkwürdigste Organ sind die Arme, zwei zwischen den Mantelblättern gelegene, meist spiralig aufgerollte Fortsätze, welche aus einer muskulösen Röhre bestehen, mit contractilen Fäden besetzt sind und während des Lebens mehr oder minder entfaltet werden können. Gewöhnlich werden diese Arme durch ein knöchernes oder kalkiges Gerüst getragen, das oft sich weit in die Arme selbst fortsetzt und dann bei der Versteinerung zurückbleibt. Dieses Gerüst sowie die Eindrücke, welche die sehr complicirten und vielfachen Muskeln, die zum Oeffnen und Schliessen der Schale bestimmt sind, zurücklassen, geben den Muscheln der Armfüssler ein höchst eigenthümliches Gepräge. Dieses wird noch dadurch vermehrt, dass alle diese Muscheln während des Lebens festgeheftet sind, bald durch unmittelbares Aufwachsen der einen Schale, bald auch durch einen besonderen Muskelstiel, welcher an dem Schlosse der Schale hervortritt. Die eine Schale, und zwar die grössere, ist zu diesem Endzwecke meist schnabelförmig umgekrümmt und ausgezogen, so dass sie sich über das Schloss herüberbiegt, und dieser Schnabel zeigt bald an der Spitze, bald unter derselben eine Oeffnung zum Durchlassen der Anheftungsmuskeln. Da die Bauchschale gewöhnlich weit kleiner ist und das Schloss mehr oder minder geradlinig, so entsteht dadurch zwischen dem Schnabel und dem Schlossrande ein meist dreieckiger

Raum, den man das Schlossfeld (*Area*) nennt. Die Oeffnung zum Durchtritt des Anhefteapparates, welche wir soeben erwähnten, liegt gewöhnlich in dem Schlossfelde selbst und wird häufig noch mehr oder minder vollständig durch zwei kleine dreieckige Stückchen nach unten geschlossen, die wie eine Flügelthür zusammenschliessen. Man nennt sie das Deltidium. Die verschiedenen Verhältnisse dieser einzelnen Theile zu einander lassen eine grosse Mannigfaltigkeit von Formen hervortreten, die um so mehr Aufmerksamkeit verdienen, als die Armfüssler gerade in den ältesten Schichten der Erde mit bedeutenden Massen auftreten und ein grosses Uebergewicht über die übrigen Muschelthiere behaupten, von dem sie nach und nach zurücksinken. Im silurischen Systeme treten schon die beiden Unterordnungen der Armfüssler auf, welche man danach unterschieden hat, ob die Arme frei, fleischig und sehr ausdehnbar sind und sich demnach bei der Versteinerung nicht erhalten, oder ob sie grösstentheils durch ein kalkiges Gerüst gestützt sind, welches innerhalb der versteinerten Schalen sich findet.

Zu den Brachiopoden mit freien Armen gehört die Familie der Zungenmuscheln (*Lingulida*), Fig. 103, deren dünne hornige, schloss- §. 348.

Fig. 103.



Ein Stück Potsdamsandstein mit *Lingula prima*. Daneben *Lingula antiqua*.

Fig. 104.



Lingula Lewisii. Aus dem obersilur. Systeme.

Fig. 105.



Obolus Apollinis. Aus den untersilurischen Schichten Russlands. *a* Die grössere Klappe mit dem Spalte von innen. *b* Die Bauchklappe von aussen.

Fig. 106.



Lingula Davisii. Aus den Lingulaschichten der Primordialfauna Englands. *a* Natürliche Grösse u. Gestalt. *b c* Nach der Richtung der Buchstaben durch Druck verschobenes Exemplar.

lose Schalen fast vollkommen gleich sind und weder ein Schlossfeld noch eine Oeffnung zeigen, da der fleischige Stiel, durch welchen sie angeheftet sind, an den Schalen selbst durchgeht. Die Arme haben kein festes Gerüst. Die beiden bekannten Gattungen dieser Familien, *Lingula*, Fig. 104 und 105, und *Obolus*, Fig. 106, unterscheiden sich nur dadurch, dass letztere an der einen Schale (*a*) einen Spalt besitzt, welcher der ersteren abgeht. Die Schalen einiger kleinen Arten sind namentlich für diejenigen Sandsteine charakteristisch, welche dem Potsdamsandsteine Nordamerikas oder dem Obolussandsteine Russlands entsprechen und dem unteren silurischen Systeme angehören.

§. 349. Die Familie der Productiden besteht aus scheinbar freien Muscheln, die keine Oeffnung an den Schalen für den Durchtritt eines Anheftungsmuskels zeigen, sondern wahrscheinlich durch sehnige, vom Schlossrande ausgehende Fäden befestigt waren; die Schalen sind meist hier und da durchbohrt oder mit durchbohrten Röhren besetzt, welche mit Fortsetzungen der Mantelblätter in Verbindung standen. Das Schlossfeld ist gewöhnlich kaum entwickelt. Die Gattung *Chonetes*, Fig. 107, zeigt ein sehr kleines niedergedrücktes Schlossfeld und stachelartige Röhren, welche nur auf dem Schlossrande der grossen Schale stehen, die stark gewölbt ist, während die andere flach oder selbst eingedrückt erscheint. Die hier abgebildete Art findet sich häufig in den obersilurischen Schichten.

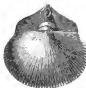
Fig. 107.



Chonetes sarcinulata.

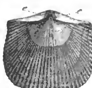
§. 350. Die Familie der Orthisiden kommt der vorigen nahe, unterscheidet sich aber dadurch, dass beide Schalen ein Schlossfeld besitzen, und dass an der grossen Schale eine weite Oeffnung für den Durchtritt eines Anheftungsmuskels existirt. Die Röhren, welche die vorige Familie charakterisirten, fehlen hier gänzlich. Die Gattung *Orthisina*, deren hier abgebildete Art, Fig. 108, die untersilurischen Schichten charakterisirt, zeigt das Schlossfeld und den Schnabel der grossen Schale ausserordentlich entwickelt und eine rundliche Oeffnung in-

Fig. 108.



Orthisina Verneuili.

Fig. 109.



Orthis rustica.
c Schlossfeld.

Fig. 110.



Orthis elegantula.
Aus den Wenlock-Kalken.

mitten eines grossen dreieckigen Deltidiums, während die Gattung *Orthis*, Fig. 109 und 110, stets eine dreieckige Oeffnung ohne Deltidium zeigt, bei geringer Entwickelung des Schnabels der Rückenschale. Die abgebildeten Arten charakterisiren die obersilurischen Schichten.

Die Familie der Pentameriden, die nur in den Uebergangsgebilden vorkommt, hat sehr dicke bauchige Schalen ohne Schlossfeld mit stark eingekrümmten Buckeln, die auf der inneren Seite der kleinen Schale einen aus zwei stark gekrümmten Fortsätzen gebildeten Stützapparat für die fleischigen Arme zeigen. Die Gattung *Pentamerus*, Fig. 111 und 112, von welcher die abgebildete Art die obersilurischen §. 351.

Fig. 111.



Fig. 112.

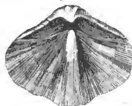


Pentamerus Knightii. Von der Seite und durchschnitten.

Schichten charakterisirt, zeigt besonders einen sehr stark entwickelten Schnabel an der grossen Schale und innen in der Muschel senkrechte Scheidewände, eine auf der kleinen, zwei auf der grossen Schale, so dass der innere Raum in fünf grosse Abtheilungen oder Kammern getheilt ist.

Die Familie der Spiriferiden zeigt gewölbte, meist faserige §. 352. Schalen, die im Inneren ein ganz ungeheures, spiralig gewundenes Armgerüst besitzen, das fast den ganzen inneren Raum der Schale einnimmt. Das Schlossfeld ist gewöhnlich sehr gross dreieckig, die

Fig. 113.

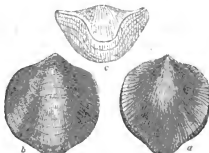


Spirifer radiatus.

Oeffnung meistens dreieckig. Die Gattung *Spirifer*, Fig. 113, zeigt meist in die Quere verlängerte Schalen mit einer grossen dreieckigen einfachen Oeffnung auf dreieckigem Schlossfelde ohne schliessendes Deltidium. Die hier abgebildete Art ist charakteristisch für die obersilurischen Schichten. Die Gattung *Atrypa*, Fig. 114 (a. f. S.), welche ebenfalls dieser Familie angehört, hat ein nur sehr kleines run-

des Löchlein im Schnabel der grösseren Klappe, die häufig unsichtbar wird, und an der kleinen Klappe befestigte, nach einwärts gerichtete Spiralkegel im Inneren. Die Gattung *Athyris*, Fig. 115, hat glatte

Fig. 114.



Atrypa reticularis.
Ueberall in obersilurischen und devonischen Schichten. *a* Obere, *b* untere Klappe. *c* Die Muschel vom vorderen Rande gesehen.

Fig. 115.



Athyris navicula.
Aus den Ludlow-Schichten und dem Aymestrykalke.

Schalen von meist länglicher Form, einen anscheinend undurchbohrten, über die kleinere Schale herübergebogenen Schnabel und Zähne am Schloss.

§. 353. Die Orbiculiden haben meist kleine hornige oder röhrige Schalen von sehr ungleicher Gestalt, ohne Schloss, ohne Schlossfeld und ohne Deltidium. Die untere Schale ist gewöhnlich die grösste, gewölbt oder eben und durch Fasern, welche aus einer Oeffnung austreten, an den Boden geheftet, während die kleinere, obere, deckelförmige Schale gewöhnlich konisch und ohne Oeffnung ist. Die Arme des Thieres sind angeheftet, aber weich und ohne Gerüst, so dass sie bei der Versteinerung verloren gehen. Die Gattung *Siphonotreta*, Fig. 116, welche dieser Familie angehört, hat eine löcherige Schale, deren untere Hälfte an dem Schnabel eine runde Röhrenöffnung hat. Die einzigen bekannten Arten kommen nur im untersilurischen Systeme vor.

Fig. 116.



Siphonotreta verrucosa.
Von unten u. von der Seite. Aus dem untersilurischen Kalke Russlands.

§. 354. Die Blattkiemer (*Lamellibranchia*) unterscheiden sich in ihrer Organisation von den Armfüsslern wesentlich dadurch, dass sie auf beiden Seiten zuerst von einem muskulösen Mantel und dann von zwei Kiemenblättern jederseits eingefasst sind. Als Bewegungsorgan dient diesen Thieren eine fleischige, meist keilförmig gebildete Muskelmasse,

welche in zurückgezogenem Zustande zwischen den Kiemen und Mantelblättern liegt und der Fuss genannt wird. Die Schalen, welche stets wie die Deckel eines Buches den Körper einschliessen, werden durch einen oder zwei Muskeln geschlossen und durch eine elastische Bandmasse geöffnet, welche an dem Schalenschlosse liegt und durch ihre Elasticität auch nach dem Tode des Thieres die Oeffnung der Schalenhälften bedingt. Der Mantel ist bald vollständig frei, bald mehr oder minder geschlossen, so dass nur besondere Oeffnungen für den Fuss, für die Athem- und Afterröhre übrig bleiben. In diesem Falle ist er mehr oder minder bedeutend ausgeschnitten, und hinterlässt dann nebst den Muskeln charakteristische Eindrücke auf der Innenseite der Schalen, welche für die Unterscheidung der Gattungen und Arten oft sehr wichtig sind. Für den Paläontologen sind die Schalen besonders wichtig, indem sie stets durch ein Schloss mit einander vereinigt sind, welches oft vorspringende und einspringende Theile hat, welche man die Schlosszähne nennt und deren Anordnung stets sehr charakteristisch ist. Auf der Aussenseite zeigen die Schalen concentrische Anwachsstreifen, welche von zwei Erhöhungen ausgehen, die meist über das Schloss sich herüber krümmen und die Wirbel genannt werden. Gewöhnlich zeigt sich vor diesen Wirbeln ein mehr oder minder abgegränzter Raum, den man den Hofraum, und dahinter ein anderer, den man das Schildchen nennt. Viele Schalen schliessen vollkommen an ihrem ganzen Umkreise, andere aber sind bald mehr, bald minder vorn oder hinten geöffnet, weshalb man sie dann klaffende Muscheln nennt. Dasjenige Ende, wo der Mund liegt, ist gewöhnlich rundlich oder abgestutzt, das andere hintere mehr in die Länge gezogen, um die röhrenartigen Verlängerungen des Mantels zu beschützen, welche von dem hinteren Körperende ausgehen, und durch die das Athemwasser eingezogen und nebst den Excrementen wieder ausgespritzt wird. Bei den meisten Muscheln sind beide Schalenhälften gleich, bei vielen aber, wie bei der Auster z. B. oder bei der Kammmuschel, ungleich, so dass man, wie bei den Armfüsslern, eine grössere und kleinere Schale unterscheiden kann. Diese letzteren liegen dann gewöhnlich so auf dem Boden, dass die grössere Schale sich unten befindet, die kleinere dagegen den Deckel bildet. Die anderen Muscheln leben meist vergraben im Sande, Schlamme oder auch selbst in Felsen und anderen Körpern unter dem Wasser und nehmen dann stets eine solche Stellung an, dass das vordere Ende, wo der Mund sich befindet, von dem Wasser abgekehrt ist, während der After nach dem Wasser zugewendet wird, so dass, wenn die Muscheln auf dem Boden leben, das Mundende nach unten, das Afterende nach oben gerichtet ist. Der Grund dieser Stellung liegt einfach darin, dass die meisten auf diese Weise sich einbohrenden Muscheln mehr oder minder lange Athemröhren besitzen, welche über die Oberfläche des Schlammes oder Sandes hervorgestreckt werden und von hieraus das

Wasser einziehen. Die Beachtung der Stellung selbst erscheint aber namentlich deshalb wichtig, weil man aus ihr entnehmen kann, ob die Muscheln an Ort und Stelle gelebt haben, oder ob sie als todte Körper durch Strömung oder auf andere Weise abgesetzt wurden.

§. 355. Wir bemerkten schon im Vorhergehenden, dass die Muschelthiere in den silurischen Schichten verhältnissmässig nur sehr schwach repräsentirt sind und sehr gegen die Armfüssler zurücksinken; indessen sind doch die Hauptordnungen, die Seitenmuscheln (*Pleuroconcha*) und Geradmuscheln (*Orthoconcha*), schon in den silurischen Schichten vertreten. Zu den letzteren gehören die Perlenmuscheln (*Aviculida*) mit gleichschaligen, aussen blätterigen, innen sehr glatten gleichseitigen Schalen, deren Schloss gerade, linienförmig und gewöhnlich ganz zahnlos ist. Das Schlossband liegt aussen, die Wirbel sind stark nach vorn geneigt, so dass die Schalen fast dreieckig erscheinen; hinter ihnen findet sich meist ein starker Ausschnitt für einen faserigen Byssus, womit sich die Muscheln anheften. Im Inneren der Schalen bemerkt man einen grossen hinteren Muskeleindruck und einen kleinen vorderen, der oft fast verschwindet. Bei den eigentlichen Vogelmuscheln (*Avicula*), Fig. 117, deren hier abgebildete Art die obersilurischen Schichten charakterisirt und namentlich in England häufig vorkommt, hat das Schloss einen kleinen Zahn, und das Schlossband ist nur einfach und geradlinig, während oft sogar die Umgegend röhrenförmig ausgezogen ist.

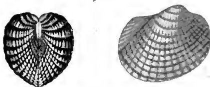
Fig. 117.



Avicula lineata.
Aus den obersilurischen Schichten Englands.

§. 356. Zu den Geradmuscheln mit zwei gleichgrossen Muskeleindrücken und ganzrandigem Mantel ohne Ausschnitt gehört noch die nur fossil vorkommende Gattung *Cardiola*, Fig. 118, welche schiefe, gleichklappige, ungleichseitige Schalen mit vorstehenden, eingekrümmten Wirbeln nnd concentrisch gefurchter Oberfläche besitzt. Die Schlosslinie ist lang, eben, die Schlosszähne klein und sehr wenig ausgebildet, so dass die Schalen sich meist von einander getrennt haben. Die hier abgebildete Art, bei welcher die ausstrahlenden Rippen an Zahl und Stärke sehr veränderlich sind, findet sich überall in den obersilurischen Schichten vom unteren Ludlow an aufwärts.

Fig. 118.



Cardiola interrupta.
Leitmuschel für obersilurische Schichten.

Die Gattung *Orthonota*, Fig. 119, welche einzig nur in den silurischen Schichten vorkommt, gehört zu der Familie der Lediden, die sehr regelmässige Muscheln zeigt, deren Manteleindruck an der hinteren Seite stark ausgeschnitten ist und sonach auf die Existenz von Athemröhren hinweist. Es finden sich stets zwei fast gleiche Muskeleindrücke und zahlreiche Zähne und Gruben an dem Schlosse, welches fast geradlinig ist. Die Gattung *Orthonota* klafft hinten und vorn und zeigt an dem Schlossfelde, namentlich auf der hinteren Seite, schiefe Zähne und Falten. §. 357.

Fig. 119.



Orthonota impressa. Aus den silurischen Schichten Englands.

Die Classe der Schnecken (*Cephalophora*), welche die höchste Abtheilung der Weichthiere bildet, zeigt sich ebenfalls in einigen ihrer Hauptabtheilungen schon in den silurischen Schichten vertreten. Alle Schnecken haben nur eine einzige Schale, die meistens aus einer mehr oder minder gewundenen Röhre besteht, welche sich mit dem Wachsthume des Thieres allmälig erweitert, zuweilen aber auch auf dem ursprünglichen Standpunkte einer mehr oder minder gebogenen Mütze stehen bleibt. Die Oeffnung, durch welche das Thier aus der Schale hervorschaut, heisst die Mündung, das entgegengesetzte Ende der Schale die Spitze; an dem Munde unterscheidet man zwei Ränder, den äusseren convexen oder Lippenrand, den inneren oder Spindelrand, welcher der Axe der Schale zugewendet ist. Durch die Aneinanderlagerung der spiraligen Windungen entsteht in der Mitte der Schale eine Axe, um welche sich die Windungen drehen und welche man die Spindel nennt. Berühren sich die Windungen in dieser Spindel nicht vollständig, so entsteht eine trichterförmige Höhlung, die man den Nabel nennt. Die Schnecken selbst unterscheiden sich von den Muschelthieren durch einen mehr oder minder ausgebildeten Kopf, in welchem der Nervenring, die Sinnesorgane und die meist bewaffnete Mundöffnung liegen, durch ihre Bewegungsorgane und durch die ganze Anordnung ihrer Eingeweide, welche gewöhnlich mehr oder minder vollständig in dem Gehäuse verborgen sind. §. 358.

Die Unterclasse der Flossenfüsser (*Pteropoda*) zeichnet sich durch einen unvollständig ausgebildeten Kopf aus, an welchem zwei Schmetterlingsflügeln ähnliche einziehbare Lappen befestigt sind, die zum Schwimmen dienen. Der Körper steckt in einer meist sehr dünnen, hornartigen Schale von sehr verschiedener Form. Sie finden sich meist schaarenweise im Meere und steigen namentlich bei Nacht in Schwärmen aus der Tiefe an die Oberfläche. §. 359.

Die hier abgebildete Gattung *Tentaculites*, Fig. 120 (a. f. S.), welche gerade, drehrunde, innen glatte, aussen mit wulstförmigen Ringen besetzte

und am spitzen Ende geschlossene Röhrenschalen besitzt, kommt nur in den silurischen und devonischen Schichten und häufig in ungeheuren Mengen vor. Manche Forscher halten diese charakteristischen Röhren auch für Schalen von Röhrenwürmern.

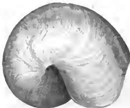
Fig. 120.



Tentaculites annulatus.
In natürlicher Grösse und ein Stück vergrössert. In den oberen Llandovery- und Caradoc-Schichten.

§. 360. Zu der Unterclasse der Kielfüsser (*Heteropoda*), welche sich von den übrigen Schnecken durch die Ausbildung ihres Fusses zum Schwimmorgane unterscheidet, gehört die Gattung *Bellerophon*, deren hier abgebildete Art in beiden silurischen Schichtensystemen vorkommt. Die Kielfüsser sind alle Bewohner der See und besitzen in der Mitte des Körpers einen kielförmigen Lappen, durch dessen Schwingungen die Thiere ziemlich schnell schwimmen können. Die hauptsächlichsten Eingeweide sind gewöhnlich von einer Schale eingeschlossen, die bald mützenförmig, bald gewunden ist. Die Athemorgane sind baumförmige Kiemen. Die Gattung *Bellerophon*, Fig. 121, hat spiralige Schalen, die so aufgerollt sind, dass die letzte Windung gewöhnlich alle vorigen umfasst und deckt. Die Mundöffnung ist einfach, oft trompetenartig umgeschlagen, der Rand schneidend und in der Mitte auf der convexen Seite mit einem Ausschnitte versehen, der auf der Schale eine Art Kiel hinterlässt. Man ist noch vielfach zweifelhaft, ob diese vollständig ausgestorbene Gattung, die mit dem Kohlensysteme verschwindet, den Kielfüssern oder eigentlichen Schnecken angehört.

Fig. 121.



Bellerophon bilobatus.
Aus beiden silurischen Systemen.

§. 361. Die eigentlichen Schnecken (*Gasteropoda*) besitzen alle einen mehr oder minder ausgebildeten fleischigen Fuss, welcher ihnen zum Kriechen dient. Die in den silurischen Abtheilungen vorkommenden gehören alle zu den Kiemenschnecken, und merkwürdiger Weise finden sich nirgends in den silurischen Schichten andere Schnecken als mit vollständiger rundlicher Mundöffnung ohne Canal an der Spindelseite. Die Kreiselschnecken (*Trochida*) haben ein dickes, kegelförmiges, rundes, meist innen mit Perlmutter ausgelegtes Gehäuse, dessen Mund-

Fig. 122.



Euomphalus rugosus.
Aus dem obersilurischen Systeme.

öffnung stets ganz und meistens rund oder eckig ist. Die Gattung *Euomphalus*, Fig. 122, welche dieser Familie angehört, zeigt stets einen sehr breiten Nabel und sehr niedergedrückte Windungen, die meist sogar in einer und derselben Ebene liegen. Der Mundrand ist rund oder eckig, die Windungen selbst meist mit schwachen Leisten oder Erhöhungen geziert. Die abgebildete Art ist charakteristisch für das obersilurische System.

Die Familie der Seeohren (*Haliotida*) besitzt flache ohrförmige oder kegelförmige, meist zusammengedrückte Schalen, die in der Nähe der ganzen Mundöffnung Löcher oder auf der Aussenfläche einen Ausschnitt zeigen, der bei dem Zuwachsen eine Rippe auf den Windungen zurücklässt. Der Spalt oder die Löcher, welche auf diese Weise gebildet sind, hängen mit Fortsätzen des Mantels zusammen und dienen zum Einleiten des Wassers in das Innere. Die Gattung *Murchisonia* hat stets lange thurmförmige Gehäuse, die mitten auf dem Lippenrande einen Spalt zeigen, welcher nach und nach zuwächst und dort eine scharfe Leiste zurücklässt. Die Gattung kommt nur in den paläozoischen Schichten vor und stirbt mit dem permischen Systeme aus. §. 362.

Eine ganz besondere Familie scheint die in den silurischen Gesteinen Nordamerikas verbreitete Gattung *Maclurea* zu bilden, deren hier abgebildete Art, Fig. 123, charakteristisch für den Chazykalk ist. Es §. 363.

Fig. 123.



Maclurea Logani.
a Schale. *b* Deckel.

sind verkehrt gewundene Schalen mit grosser, ganzer Mundöffnung, umfassenden Windungen und verborgener Spindel. Der Deckel, welcher die Mundöffnung schliesst, ist kegelförmig mit einem Zapfen, sehr dick und schwer.

Der Kreis der Kopffüssler (*Cephalopoda*) bildet eine höchst merkwürdige Abtheilung des Thierreiches, welche man bisher stets zu den Weichthieren gerechnet hat, aber ihrer abweichenden Organisation halber wohl als einen selbständigen Kreis anerkennen muss. Diejenigen Ordnungen derselben, welche in der heutigen Schöpfung nur noch durch eine einzige Gattung (*Nautilus*) vertreten sind, zeigen sich von dem ersten Beginn des organischen Lebens auf der Erde an in ungemein grosser Anzahl und Mannigfaltigkeit, so dass ihre Schalen §. 364.

einen wesentlichen Haltpunkt zur Unterscheidung der einzelnen Schichten geben. Der Körper der Kopffüssler besteht im Wesentlichen aus einem muskulösen Eingeweidesacke, welcher die Verdauungs- und Geschlechtswerkzeuge, die Circulations- und Athemorgane enthält und nach oben in einen Kopf übergeht, der an seinem vorderen Ende einen Kranz von Fangarmen trägt, in deren Mitte der mit starken Kiefern bewaffnete Mund sich befindet. Der muskulöse Mantel ist auf der Bauchseite nach vorn durch einen Querschlitz geöffnet, so dass das Athemwasser in eine Höhle eindringen kann, in welcher die Kiemen frei zu Tage liegen. Durch einen kegelförmigen Trichter, der über dieser Athemhöhle steht, wird das Wasser wieder ausgestossen und mittelst des Rückpralles schwimmt das Thier, das hintere Ende voran, in dem Wasser fort. In dem Trichter befindet sich zugleich die Ausführungsöffnung eines besonderen Sackes, welcher eine schwärzliche Flüssigkeit, die unter dem Namen Sepia in der Malerei gebraucht wird, absondert. Bei drohender Gefahr spritzt das Thier diese Flüssigkeit aus und trübt dadurch das Wasser in weitem Umkreise. Der Kopf trägt zwei verhältnissmässig grosse Augen auf beiden Seiten und im Inneren einen rundlichen Knorpel, der das sehr entwickelte Nervensystem umschliesst. Die Fangarme, welche im Kranze um den Mund stehen, sind gewöhnlich mit Saugnäpfen oder mit Haken bewaffnet. Die nackten Kopffüssler, welche jetzt in grosser Anzahl in unseren Meeren vorkommen, besassen noch besondere innere Organe, innere Schalen, die wir später betrachten werden, da bis jetzt noch keine Ueberreste davon in den älteren Schichten gefunden worden sind.

§. 365. Um so häufiger sind die Ueberreste derjenigen Kopffüssler, welche äussere Schalen besassen und hierdurch dem jetzt lebenden Nautilus ähnlich sind. Dieses Thier unterscheidet sich von den nackten Kopffüsslern besonders durch zwei Punkte seiner Organisation, durch die Existenz von vier Kiemen, zweien auf jeder Seite, während die nackten Kopffüssler nur eine jederseits besitzen, und durch die Verkümmerung der Fangarme, welche durch geringelte Fühlfäden ersetzt sind, die in Büscheln zusammenstehen. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die Bewohner der fossilen Schalen eine ähnliche Organisation besassen und zu den Vierkiemern gehörten. Alle diese Schalen sind, wie die Schalen des lebenden Nautilus ebenfalls, gekammert, d. h. durch Querwände in Abtheilungen zerlegt; die letzte Kammer der Schale, welche die grösste ist, wird von dem Thiere bewohnt, und dieses steckt in der Weise darin, dass es bei den eingerollten Schalen den Bauch der Aussenseite oder Peripherie, den Rücken aber der Innenseite oder dem Nabel der Schale zuwendet. Was indess die Geologen nicht verhindert hat, die Peripherie dieser Schalen den Rücken, die innere Seite die Bauchseite der Schale zu nennen. Die verschiedenen Kammern der Schale

entstehen dadurch, dass das Thier bei zunehmendem Wachsthum sich aus der Schale herauszieht, dieselbe nach vorn zu verlängert und erweitert und den hinteren leergelassenen Raum durch eine Querscheidewand abschliesst. Da diese Kammern leer oder höchstens mit Luft gefüllt sind, so dient die Schale dem schweren Thiere als Schwimmblase, die sein specifisches Gewicht demjenigen des Wassers etwa gleich macht, so dass es in der Flüssigkeit schwimmt; der Kopf hängt dabei nach unten in das Wasser hinein, und die Schale schwimmt oben auf dem Wasser. Von dem hintersten Ende des Thieres geht aber ein sehniger Strang aus, welcher durch alle Kammern bis an das Ende derselben sich fortsetzt und die Schale an das Thier befestigt. Gewöhnlich ist dieser Strang, der natürlich die Querscheidewände durchbricht, von dütenförmigen Verlängerungen derselben umgeben, so dass eine Röhre entsteht, die aus einer Kammer in die andere sich fortsetzt und die man den Sipho genannt hat. Man hatte früher die Ansicht, dass diese Röhre dazu diene, die Luft innerhalb der Kammern zu verdichten oder zu verdünnen, was sich indess durch die Untersuchung der lebenden Thiere nicht bestätigt hat. Bei diesen sind die Kammern stets vollständig gegen aussen abgeschlossen, was auch der Zustand der fossilen Schalen beweist, indem bei diesen die Sand- oder Thonmasse, welche die Schalen umgiebt, stets nur in die äusserste Kammer, in die Wohnkammer des weggefaulten Thieres eingedrungen ist, während die hinteren Kammern ganz oder theilweise mit Krystallen erfüllt sind, die erst allmälig aus einer Flüssigkeit herauskrystallisirten, welche durch die Schalen von aussen her in die leeren Kammern einschwitzte. Die Structur der Scheidewände, welche die einzelnen Kammern trennen, und die Lage des Sipho wird zur Bildung der grösseren Abtheilungen benutzt, während die Art und Weise der Aufrollung der Schalen und die äusseren Ornamente zur Unterscheidung von Gattungen und Arten dienen.

Die Familie der Nautiliden, welche in den untersilurischen Schichten einzig vertreten ist, zeigt entweder einfach hohle oder geknickte Scheidewände, deren Concavität nach vorn gegen die Wohnkammer des Thieres gerichtet ist, während die Convexität nach hinten gegen das Ende der Schale schaut. Der Sipho ist bei diesen Schalen entweder in der Mitte oder an der inneren Seite angebracht und ist zuweilen ausserordentlich weit und von dütenförmigen Verlängerungen der Scheidewände gebildet. Die Krümmung der Schalen ist sehr verschieden, und namentlich in den älteren Schichten finden sich eine Menge von Formen von ganz gerade gestreckten bis zu völlig eingerollten Gestalten, bei welchen man nur die letzte Windung sieht. §. 366.

Die Gattung *Orthoceras*, Fig. 124 (a. f. S.), besteht aus langen, geraden, konischen Schalen, welche zuweilen die Dicke eines Mannesschenkels

erreichen und aus einer Reihe von Kammern bestehen, deren Scheidewände flach gekrümmt sind, so dass sie wie Untertassen auf einander sitzen. Die Wohnkammer ist sehr lang, meist zerbrochen und scheint an ihrem oberen Ende eigenthümliche seitliche Eindrücke besessen zu haben. Der Sipho ist meist central, zuweilen auch dem Rande näher gerückt. Die eine hier abgebildete Art findet sich in dem ganzen silurischen Systeme, während die andere besonders die unteren Ludlow-Schichten charakterisirt.

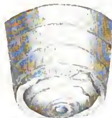
Die Gattung *Phragmoceras*, Fig. 126, ist eigentlich nur ein kurzes, becherförmiges *Orthoceras*, dessen unteres stumpfes Ende hornför-

Fig. 124.



Orthoceras annulatum.

Fig. 125.



Bruchstück von *Orthoceras Ludense* aus den unteren Ludlow-Schichten. Man sieht den mittleren Sipho.

Fig. 126.



Von der Seite. Von der Mündung aus.
Phragmoceras (Campulites) ventricosum.
Aus dem obersilurischen Systeme von England.

mig gebogen ist, so dass das Ganze einem weiten Füllhorn nicht unähnlich sieht. Die Scheidewände sind fast gerade oder nur leicht geschweift, die Lippen der oberen Mündung von beiden Seiten her eingedrückt; der Sipho nahe an dem inneren Rande.

Noch stärker gebogen sind die Ital. Lituiten, Fig. 127, deren eines Ende wie ein Bischofsstab eingerollt ist, während das vordere Ende der Schale in gerader Linie sich fortsetzt. Der Sipho ist central, und die Arten kommen nur in dem silurischen Systeme vor, so dass sie ein treffliches Unterscheidungsmerkmal abgeben.

Fig. 127.



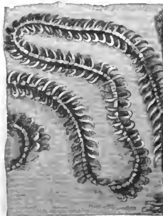
Lituites cornu arietis.

§. 367. Von **Ringelwürmern** hat man theils kleine Röhrengehäuse, theils Gangspuren aufgefunden, welche man mit dem Namen *Nereites*, Fig. 128 und 129, bezeichnete. Es sind oft mehre Ellen lange Körper mit mittlerer Axenlinie und seitlichen Anhängen, die verschieden gestaltet und schlangenartig gewunden sind.

Fig. 128.



Fig. 129.



Nereites cambriensis.

Aus der untersilurischen Grauwacke des Thüringer Waldes und Englands.

Die höher organisirten, im Meere lebenden Raubwürmer machen auf Sand und Schlamm, wenn sie sich mit Hülfe ihrer auf Fussstummeln stehenden Ruder, Haken und Borsten kriechend fortbewegen, ähnliche

Eindrücke. Wahrscheinlich würde man bei mikroskopischer Untersuchung der Gesteine, die solche Eindrücke tragen, auch abgeworfene Haken und Ruderborsten entdecken. Einige Forscher haben diese Eindrücke für Graptolithen mit fleischiger Axe und blattartigen Zellen gehalten, wogegen aber der Mangel jeglicher organischer Structur und Substanz spricht. Auch die bedeutende Länge scheint zu beweisen, dass es Wurmfährten sind.

§. 368. Der grosse Kreis der Gliederthiere war in dem silurischen Systeme nur durch Krebse und zwar vorwiegend eine eigenthümliche Ordnung der Krustenthiere repräsentirt, welche besonders in dem silurischen Systeme mit ungemein zahlreichen Arten auftreten, mit dem Steinkohlensysteme dagegen gänzlich verschwinden. Diese Ordnung ist diejenige der Trilobiten oder Paläaden — Crustaceen, welche im Allgemeinen den jetzt lebenden Blattfüssern nahe gestanden zu haben scheinen, aber dennoch eine vielfach abweichende Organisation darbieten. Man unterscheidet an dem meist breiten, schildförmigen, abgeplatteten Körper dieser Thiere drei Theile, den Kopf, die Brust oder den Thorax und das Schwanzschild (*Pygidium*). Die Brust ist aus beweglichen Ringeln zusammengesetzt, die einen Mitteltheil, den Spindelring, und zwei Seitentheile, die Pleuren, besitzen, welche häufig in Spitzen auslaufen; das Schwanzschild zeigt meistens eine ähnliche Zusammensetzung, doch sind hier die Gränzen der Ringel mit einander verwachsen, so dass ein einziges Schild hergestellt wird. Die Schale selbst scheint im Leben bald mehr hornig, bald mehr kalkig gewesen zu sein. Das Kopfschild, welches aus drei eng verbundenen Stücken besteht, hat gewöhnlich eine halbmondförmige Gestalt und seine hinteren Flügel laufen meist in Spitzen oder Stacheln aus, die sich oft noch weit längs der Brust fortsetzen. Die Spindel zieht sich gewöhnlich über das Kopfschild stark ausgedrückt nach vorn hin und bildet hier einen erhabenen Theil, die Stirn oder den Kopfbuckel (*Glabella*), zu dessen beiden Seiten die Augen stehen. Diese sind meist stark vorgequollen und zeigen auf ihrer Oberfläche oft grosse, dem unbewaffneten Auge schon sichtbare Facetten. Bei anderen sind diese Facetten noch von einer glatten Hornhaut überdeckt, so dass sie nur am Steinkerne sichtbar sind. Bei noch anderen scheinen die Augen nur lose in dem Schilde gesessen zu haben, so dass sie herausfielen, und an ihrer Stelle bei den versteinerten Exemplaren ein klaffendes Loch existirt; bei einigen endlich hat man bis jetzt noch keine Augen entdecken können. Ueber die Augen zieht sich stets auf jeder Seite eine Naht hin, so dass das Kopfschild aus drei Stücken besteht, dem Stirntheil und den beiden Wangentheilen, welche zuweilen nicht sehr befestigt scheinen, so dass sie bei manchen versteinerten Arten

abgefallen und zuweilen selbst noch unbekannt sind. Von den Mundtheilen der Trilobiten kennt man jetzt nur zwei klappenförmige Stücke, von denen das eine unten am Vorderrande des Kopfschildes befestigt war, das andere dagegen weiter nach innen lag, so dass der Schlund wahrscheinlich zwischen beiden Stücken durchging. Auf der Bauchseite hatten diese Thiere wahrscheinlich Füsse, welche blattartig waren und zu gleicher Zeit als Kiemen dienten. Viele Gattungen konnten sich vollkommen zusammenrollen, wie unsere jetzigen Asseln, während anderen dieses versagt war und noch andere nur den hinteren Körpertheil gegen den Bauch einschlagen konnten. Wir führten schon oben an, dass in den silurischen Schichten nach den Trilobiten sich deutlich drei Abtheilungen unterscheiden lassen, von denen zwei dem unteren, eine dem oberen silurischen Systeme angehören.

Fig. 130.

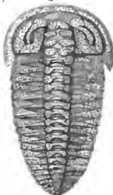


Agnostus (*Battus*) *pisiformis.* Vergrössert. Aus den Alaunschiefern Schwedens.

Die Familie der Battiden begreift kleine, oft kaum hirsekorngrosse Arten, deren Kopf und Schwanzschild fast gleich und nur durch einige Brustringe getrennt sind. Auf der Mitte des Kopfbuckels sollen kleine platte Augen stehen. Die Thiere kommen zu Millionen in den Schichten der untersten Abtheilung des silurischen Systemes vor. §. 369.

In derselben Abtheilung ist besonders die Familie der Oleniden vertreten, welche kein eigentliches Schwanzschild besitzen, sondern hinter dem Kopfschilde eine grosse Anzahl von Gliedern zeigen, die allmälig abnehmen, und wo nur das letzte Afterglied gewissermaassen das Schwanzschild darstellt. Wir bilden aus dieser Familie die Gattung *Sao* ab, Fig. 131 und 132, welche sich durch eine gekörnte Oberfläche, halbkreisförmiges Kopfschild, kleine §. 370.

Fig. 131.



Sao hirsuta. Aus dem untersilurischen Systeme Böhmens; vom Rücken aus.

Fig. 132.

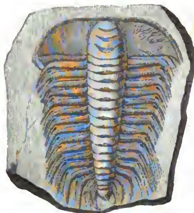


Dieselbe von der Seite.

halbmondförmige Augen, siebenzehn Brustglieder und ein ganz kleines, aus zwei Gliedern verwachsenes Schwanzschild auszeichnet; auf der Mitte der Spindel stehen bei den ausgewachsenen Individuen nach hinten gebogene Stacheln. Die einzige Art dieses Geschlechtes ist um deswillen besonders merkwürdig, weil man ihre ganze Entwickelungsgeschichte kennt und weiss, dass sie anfangs ein kreisförmiges Kopfschild besitzt, an welches sich nach und nach die Rumpf- und Schwanzglieder anreihen.

Zu derselben Familie gehört die Gattung *Paradoxides*, welche 16 bis 20 Brustringe, in Stacheln ausgezogene Pleuren, keine Augen, ein sehr verlängertes, hinten in Spitzen ausgezogenes Kopfschild und ein sehr kleines Schwanzschild hat.

Fig. 133.



Paradoxides spinulosus.

§. 371. An die Familie der Oleniden schliesst sich diejenige der Campylopleuriden an, bei welchen ebenfalls das Schwanzschild nur aus höchst wenigen Ringen besteht, die Brustringe aber von der Mitte an nach der Bauchseite umgekrümmt sind, so dass sie niemals in Seitenstacheln sich ausziehen.

Zu ihr gehört die Gattung *Ellipsocephalus* mit elliptischem, dreilappigem Körper, halbkreisförmigem Kopfschilde, halbmondförmigen kleinen Augen, durch welche die weit abstehenden Kopfnähte verlaufen, mit 12 bis 14 Rumpfgliedern, gewölbter Spindel, umgebogenen Pleuren mit schiefen, breiten Furchen und sehr kleinem, zweigliedrigem Pygidium. Die Gattung ist charakteristisch für die Primordialschichten. Die abgebildete Art, Fig. 134, ist der häufigste Trilobit der Primordialschichten Deutschlands.

Fig. 134.



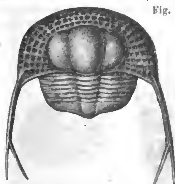
Ellipsocephalus Hoffi.
Primordialfauna Deutschlands.

§. 372. Die zweite Trilobitenfauna, welche noch in dem untersilurischen Systeme vorkommt, zeichnet sich besonders durch eine bedeutende Entwickelung des Schwanzschildes aus, gegen welches die Brust sehr zurücksinkt.

Die Familie der Ogygiden zeichnet sich hier

besonders aus. Sie haben ein grosses, nach hinten in langen Spitzen ausgezogenes Kopfschild, einfaches grosses Schwanzschild und horizontale Brustringe, welche meist sich in nach hinten gerichtete Spitzen fortsetzen. Die Gattung *Trinucleus*, Fig. 135, zeigt in der Mitte des Kopfschildes drei vortretende Buckel, und im Umkreise einen Wulst, der nach hinten in zwei lange Spitzen ausläuft und auf seiner ganzen Oberfläche von tiefen Löchern durchbohrt ist. Da man noch keine Augen an diesen Thieren entdeckt hat, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass dieser Wulst des Kopfschildes zerstreute Augen trug, welche in seinen Löchern steckten.

Fig. 135.



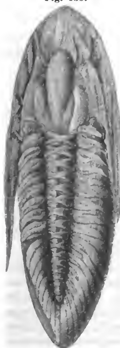
Trinucleus Pongerardi.
Aus den untersilurischen Schiefern von Angers. Von Oben.



Durchschnitt des Thieres, wenn es den Schwanz eingeschlagen hat.

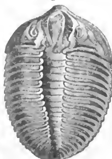
Die Gattung *Ogygia*, Fig. 136 und 137, hat acht Brustringe, ein glattes, längliches Kopfschild, und schmales, aber grosses Schwanzschild.

Fig. 136.



Ogygia Guettardi. Aus den Schiefern von Angers.

Fig. 137.



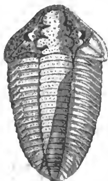
Ogygia Buchii.
In England und Frankreich in den untersilurischen Schichten.

Die Familie der Calymeniden ist ebenfalls besonders in dieser Abtheilung entwickelt; sie haben eine granulirt höckerige Schale, vielgliederige Brust und stark hervorgehobenen Mittelwulst, der auf dem Schwanzschilde langsam ausläuft. Die Augen sind gross, stark vorspringend, und der Kopfwulst gewöhnlich seitlich eingeschnitten. §. 373.

Die Gattung *Calymene*, Fig. 138, 139 und 140 (a. f. S.), hat ein stark gewölbtes, halbmondförmiges Kopfschild mit aufgeworfenem Rande, hoch

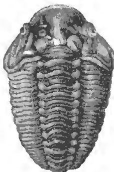
gewölbtem Buckel, kleine, stark vorragende Augen, deren Stellung zum Kopfschilde je nach den Arten wechselt, dreizehn stachellose Rumpfringe mit hochgewölbter Axe, schmales, abgerundetes Schwanzschild,

Fig. 138.



Calymene Blumenbachii, vom Rücken, mit theilweise erhaltener Schale.

Fig. 139.



Dieselbe ohne Oberschale.

Fig. 140.



Zusammengerollt.

das beim Einrollen unter das Kopfschild eingeschlagen wird. Sie rollen sich meistens kugelförmig ein und kommen nur in den obersilurischen Schichten vor.

Die Gattung *Homalonotus* unterscheidet sich von den vorigen durch den glatten nicht aufgewulsteten Rand des Kopfschildes und durch den ungegliederten Schwanzschild, sowie durch die geringe Erhebung der Körperaxe. Sie schliesst die grössten Trilobiten, zuweilen von mehr als einem Fuss Länge, ein.

Fig. 141.



Phacops Downingiae. Aus dem untersilurischen Systeme Englands.

Die Gattung *Phacops*, Fig. 141, unterscheidet sich von den eigentlichen Calymenen durch die stark vorgewölbten Augen und durch die geringere Zahl der Brustringe, die nur elf beträgt. Die abgebildete Art kommt ebenfalls nur im untersilurischen Systeme vor.

§. 374. Die eigentlichen Blattfüsser (*Phyllopoda* oder *Branchiopoda*) sind in sämmtlichen silurischen Schichten vertreten. Alle Thiere dieser Ordnung der Krustenthiere besitzen Kiefer, nur sehr verkümmerte Brustfüsse, sehr unstete Zahl der Ringel und häufige, blattförmige Füsse unter dem Bauche, welche zugleich als Kiemen dienen. Die zwei Paar Fühler sind meist verkümmert; der Körper meist von einer einfachen oder zweiklappigen Schale umschlossen. Sie leben nur im Wasser, schwimmen auf dem Rücken, durchlaufen höchst eigenthümliche

Metamorphosen und pflanzen sich zum Theil durch Parthenogenese fort, so dass die Männchen sehr selten sind.

Die Gattung *Hymenocaris*, Fig. 142, aus der Primordialfauna hat ein einfaches, zusammengebogenes, nach hinten breiteres Schild, zwei Fühlerpaare und einen achtgliedrigen Schwanz mit Endborsten; andere silurische Gattungen (*Peltocaris*) haben ein dreigetheiltes oder zweiklappiges Schild (*Ceratiocaris*) mit einem Stirnstachel.

Fig. 142.



Hymenocaris vermicauda. Primordialfauna.

Wir erwähnen noch eine Crustaceengattung, *Eurypterus*, die trotz ihrer Grösse nur Eindrücke hinterlassen hat, aus welchen man auf sitzende Augen mit nierenförmigen Facetten, zwei Paar haarförmige Fühler, ein Paar dicker breiter Gangfüsse, blattartige Bauchfüsse geschlossen hat. Die Verwandtschaft lässt sich bei so mangelhaften Thatsachen schwer bestimmen. §. 375.

In den Schichten der Primordialfauna ist bis jetzt noch keine Spur von Wirbelthieren entdeckt worden. Erst in den untersilurischen Schichten Russlands hat man mikroskopische Zähnchen (?) gefunden, welche man Fischen zuschreibt. Unzweideutige Reste kamen erst in den Ludlow-Schichten zu Tage und zwar in dem unteren Ludlow ein gepanzerter Ganoide, der Gattung *Pteraspis* angehörend und in einer Gränzschicht zwischen oberem Ludlow und den devonischen Schichten des alten rothen Sandsteines, die meist nur einen Zoll dick ist, vielleicht zu den devonischen Schichten gehört und die man das Knochenlager (*Bone-bed*) genannt hat. Hier fanden sich Flossenstacheln, emaillirte Schuppen und Kiefer mit Zähnen. Da dieselben den im devonischen Systeme so reichlich vorhandenen Typen angehören, so werden wir dieselben dort besprechen. §. 376.

Betrachtet man nun die Schöpfung, welche sich in dem silurischen Systeme überhaupt zeigt, und die wir als die erste auf der Erde erkennen müssen, in ihrer Gesammtheit, so finden wir darin eine merkwürdige Armuth im Verhältniss zu unserer jetzigen Schöpfung. Kein einziger Landorganismus, weder Thiere noch Pflanzen, ist mit Sicherheit nachgewiesen; die ganze Schöpfung lebte einzig in der See, und zwar, wie es scheint, in Meeren von nicht sehr bedeutender Tiefe, an denen man sogar nach der mineralogischen Beschaffenheit der Schichten wie nach den Thieren Strandbildung und Hochseebildung unterscheiden kann. Von Seepflanzen zeigen sich nur Tange; von Urthieren Schwämme und Rhizopoden; von Strahlthieren Polypen und Stachelhäuter, und letztere offenbar nur in ihren niedrigsten Ordnungen, den Seelilien und Seesternen, vertreten. Ausserdem finden wir Molluskoiden §. 377.

und unter den Weichthieren alle Ordnungen repräsentirt, aber jedenfalls die niederen Formen, wie die Armfüssler, bedeutend überwiegend. Der Kreis der Kopffüssler zeigt sich ebenfalls nur in seiner niedersten Form in den Nautiliden mit einfachen Scheidewänden durch vielfache Gestalten repräsentirt; unter den Würmern sehen wir Ringelwürmer und zwar freie sowohl als Röhrenbewohner; der Kreis der Gliederthiere wird durch die höchst eigenthümliche Ordnung der Trilobiten dargestellt, welche mit den paläozoischen Gebilden gänzlich ausstirbt, neben der sich aber auch eigentliche Blattfüsser und jene sonderbaren Formen zeigen, die Zwischenstufen zwischen jetzt scharf begränzten Ordnungen darstellen. So zeigt sich denn überall nur ein Anfang, der dadurch gemacht wird, dass die grösseren Abtheilungen des Thierreiches, welche wir noch jetzt erkennen, durch Formen repräsentirt werden, die gewissermaassen dem Embryonalzustande der höheren Gestalten entsprechen, wie wir später im Zusammenhange nachweisen werden.

§. 378. Bei der Betrachtung dieser ersten Lebensformen dürfen mehre wichtige Umstände nicht ausser Acht gelassen werden.

Vor allen Dingen ist es durchaus nicht sichergestellt, dass es überhaupt die ersten Lebensformen waren. Genauere Forschungen haben jetzt schon in Schichten, welche man früher für gänzlich azoisch oder lebensbar hielt, Versteinerungen entdecken lassen, und ohne Zweifel wird sich die Zahl derselben noch mehren. Sodann ist nicht zu übersehen, dass in älteren und selbst neueren Gesteinen, vorzugsweise aber in den ersteren, die allmäligen Umbildungsprocesse des Gesteines selbst, die zunehmende Krystallisation der Grundmasse, die Auswaschung der löslichen Bestandtheile, namentlich des kohlensaures Kalkes, aus welchem weitaus die meisten Versteinerungen bestehen, der Ersatz durch unlösliche, krystallisirte Mineralien alle auf die Zerstörung der vorhanden gewesenen Thier- und Pflanzenreste hinwirken, so dass es in der That unmöglich ist, von einem älteren Gesteine zu behaupten, es habe nie Versteinerungen enthalten, sei also vor Erscheinung des organischen Lebens auf der Erde abgesetzt worden, während man im Gegentheile nur sagen kann, es seien jetzt, in seinem metamorphischen Zustande keine mehr darin zu entdecken. Endlich muss man berücksichtigen, dass im Allgemeinen nur harte Theile des Pflanzen- und Thierkörpers uns fossile Spuren überliefert haben, dass also aus nur weichen Theilen zusammengesetzte Organismen, seltene, besonders günstige Fälle ausgenommen, uns gar nicht überliefert worden sind. Nun sind aber gerade die niedersten Anfangstypen der organischen Welt aus solchen, häufig sogar noch mikroskopischen, weichen Organismen gebildet, und da die ersten Lebensformen auf der Erde wahrscheinlich diesen analog gebildet waren, so ist es leicht begreiflich, dass sie keine Spuren hinterlassen konnten.

Betrachtet man aber, abgesehen von diesen Unvollkommenheiten der Beobachtung, die Lebensformen der silurischen Epoche, so ergiebt sich ferner, dass innerhalb derselben sehr bedeutende Verschiedenheiten vorhanden sind und dass die drei Lebensstufen derselben, Primordialfauna, untere und obere Gruppe, eben so sehr unter einander differiren, als die grösseren Epochen der späteren Zeit, Trias, Jura oder Kreide. Ohne Zweifel wird es bei fernerer Ausbeute nöthig sein, diese Gruppen in selbständige Epochen zu theilen, wie man dies schon für die Primordialfauna gethan hat. Die Unterschiede sind so bedeutend, dass die meisten Gattungen, welche in der Primordialfauna erscheinen, auch nur dieser allein angehören.

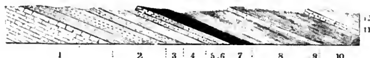
Ferner lässt sich nachweisen, dass schon in der Primordialfauna sehr bedeutende geographische Unterschiede stattfanden, dass z. B. das böhmische Becken sehr isolirt stand, während die Schichten im Fichtelgebirge und dem Thüringer Walde viele Arten mit den nordischen Schichten gemein haben, so wie wieder zwischen diesen und den nordamerikanischen kaum einige Gemeinschaftlichkeit besteht. Die Typen sind dieselben, Gattungen und Arten verschieden. Es lässt dieser Umstand wohl auf eine gewisse Uebereinstimmung der äusseren Lebensbedingungen, aber auf keine völlige Gleichheit schliessen.

2. Devonisches System.

In Nordamerika. Erstreckung. Schon oben wurde bemerkt, dass dieses System in Nordamerika überall in gleichmässiger Lagerung auf dem obersilurischen Systeme auflagert und dass es die engeren Mulden der Becken bildet, in welchen die ungeheuern Kohlenlager Nordamerikas sich abgesetzt haben. Man kann hiernach drei in sich geschlossene Zonen devonischer Gebilde in Nordamerika unterscheiden. Die grösste dieser Zonen umschliesst das Apalachische Kohlenfeld am westlichen Abhange der Alleghanies. Sie beginnt schmal als bogenförmiger Kranz um die untersilurische Insel von Nashville, zieht sich dann in Form eines schmalen Bandes fast direct nach Norden über Columbus bis an das Ufer des Eriesees bei Cleveland, bildet ein breites Gebiet südlich von dem Hudson im Staate Newyork und steigt dann längs des westlichen Abhanges der Alleghanies herab, um an der Südspitze derselben zu enden. Die zweite Zone umgiebt als schmales Band die südliche Hälfte des Kohlenbeckens von Illinois; die dritte Zone, bei weitem breiter, umschlingt das kleinere Kohlenbecken von Michigan und bildet hauptsächlich den Boden der Halbinsel zwischen dem Huron- und Michigansee. In den westlichen Erstreckungen, namentlich in dem Staate Newyork, werden die devonischen Ablagerun- §. 379.

gen hauptsächlich von Sandsteinen gebildet, während nach Westen hin mehr kalkige Schichten sich finden.

Fig. 143.



Idealer Durchschnitt des devonischen Systemes in Nordamerika.

1. Obersilurisches System. 2. Oriskany-Sandstein. 3. Hahnenschwanzsandstein. 4. Shoharrie-Sandstein. 5. Onondagakalk. 6. Hornsteinkalk. 7. Marcellusschiefer. 8. Hamiltonschiefer. 9. Tullykalk. 10. Genesee-Schiefer und Portagegruppe. 11. Chemungkalk. 12. Alter rother Sandstein.

§. 380. **Zusammensetzung.** Die Schichtenfolge ist besonders im Staate Newyork folgende: Der Oriskany-Sandstein (2), der unmittelbar auf dem oberen Pentamerenkalk des obersilurischen Systemes aufruht, besteht aus quarzigem Sandstein und aus Grauwacke mit vielen Versteinerungen, worunter besonders Spiriferen. Ihn überlagern braune feinkörnige Grauwacken, theilweise mit kalkigem Bindemittel, durch dessen Auswaschung die Grauwacke äusserst porös wird; man hat in ihnen zwei untergeordnete Lager unterschieden, den Hahnenschwanzsandstein (3) und den Shoharriesandstein (4), ersterer durch Pflanzenabdrücke, letzterer durch Fischversteinerungen ausgezeichnet. Ueber diesen Grauwacken liegt ein krystallinischer oft kieseliger Kalk mit vielen Korallen, der Onondagakalk (5), dessen kieselige Concretionen in dem Hornkalk (6) bedeutend zunehmen, während zugleich die Versteinerungen mehr aus Trilobiten, Kopffüsslern und Muscheln gebildet sind. Diese beiden Kalkzonen hat man auch unter dem Namen der oberen Helderberg-Gruppe zusammengefasst und diese Gruppe mit dem Hahnenschwanz- und Shoharrie-Sandstein zusammen als Hornkalkperiode bezeichnet. Hierauf folgt eine mächtige Schieferzone in zwei Abtheilungen, unten die schwarzen bituminösen Marcellusschiefer (7) mit Kalkknollen und vielen Versteinerungen, darüber die olivengrünen sandigen Hamiltonschiefer (8) und dann die schwarzen Geneseeschiefer, welche durch eine schmale Einlagerung von Kalk, den Tullykalk (9), von den Hamiltonschiefern getrennt sind. Hierauf folgt wieder eine Sandsteinzone, zusammengesetzt aus der Portagegruppe (10), feinkörnigen Sandsteinen und glimmerhaltigen Schieferthonen, und der Chemunggruppe (11), Grauwacke, thonigem Sandstein, Schieferthonen und aufgelagerten Kalken; endlich feinkörnige rothe Sandsteine (12) mit thonigem Bindemittel, die besonders in den Catskillbergen im Staate New-York ausgebildet sind. In den devonischen Streifen um das Becken von Illinois sind alle unteren

Schichten bis zu den schwarzen Geneseeschiefern durch mächtige Kalklager, den Felsenkalk (*cliff lime-stone*), ersetzt.

In Russland (siehe die Karte Seite 235, Fig. 84) zeigt sich das devonische System in Form eines breiten Bandes, welches von Archangel aus in nordwestlicher Richtung bis in die baltischen Provinzen längst des Ladoga- und Ouegasees sich erstreckt, bei Dorpat und Riga umbiegt und nun in südöstlicher Richtung bis gegen Woronesh hin sich verfolgen lässt, so dass ein winkliger Bogen gebildet wird, dessen offner Schenkel nach dem Ural, die Spitze nach der Ostsee schaut. Ein zweites Gebiet devonischer Gebilde findet sich in Gestalt eines schmalen Bandes längs des westlichen Abhanges des Urals, ein drittes in Form einer Erhebungslinie, die von Südwest nach Nordost streicht, hoch oben im Norden, wodurch das Petschoraland von dem inneren russischen Becken abgetrennt wird. Alle Gesteine des devonischen Systemes zeichnen sich hier wesentlich durch ihre rothe Farbe aus. An der Basis liegen roth- und grüngefärbte Mergel mit Kieselconcretionen, die in sandige Kalksteine übergehen, welche stellenweise sehr mächtig werden und an vielen Orten dolomitisch sind; die obersten Schichten werden von thonigen Sandsteinen und rothen Mergelthonen gebildet, die an Fischversteinerungen sehr reich sind. §. 381.

In England ist das devonische System hauptsächlich aus Sandsteinen gebildet, die im Umkreise des Kohlenbeckens von Wales an der Oberfläche erscheinen. Die Südspitze von Cornwallis und Devonshire, das Nordende von Devonshire und in Wales die Bezirke von Caermarthen, Clamorgan, Montgomery, sowie die Insel Anglesy werden hauptsächlich von dem devonischen Systeme gebildet. In Schottland ist es nicht minder entwickelt. Es bildet die ganze östliche Hälfte von Hochschottland im Norden des caledonischen Canals, die Orcaden und die Shetlandsinseln und zeigt sich auch, aber in geringerer Ausdehnung, im Süden der Grampiausgebirge. Ganz Caithness, die Umgebung von §. 382.

Fig. 144.



Durchschnitt des devonischen Systemes in England.

Cromarty und dem Murray-Firth wurden von den Gesteinen des devonischen Systemes gebildet, die von West nach Ost einfallen und

unmittelbar auf den primitiven und metamorphischen Gesteinen des westlichen Schottlands, den Graniten, Gneissen und Glimmerschiefern aufruhen. Im südlichen Wales hat man folgende Schichtengruppen unterschieden.

Unmittelbar auf dem silurischen Systeme auflagernd finden sich harte, feinkörnige, schiefrige Sandsteine, der sogenannte Ziegelstein (*tile-stone*), dann bunte Mergel mit thonigen Sandsteinen und eigenthümlichen linsenförmigen Concretionen, der Kornstein (*cornstone*), endlich zu oberst quarzige Sandsteine, Conglomerate, Puddinge und bunte Mergel, alle von wesentlich rother oder brauner Farbe. Auch in Schottland überwiegen diese dunkelrothen Sandsteine, die viele Fischversteinerungen enthalten.

§. 383. **In der Bretagne.** Auf dem Continente können wir die devonischen Gebilde von der Bretagne an bis in den äussersten Osten Deutschlands verfolgen. In der Bretagne sind sie nur in dem südlichen Becken entwickelt und zwar hauptsächlich an dem Südrande desselben, wo ein breites Band aus der Gegend von Douai bis nach Rochefort, Challon und St. Florent an dem südlichen Ufer der Loire sich fortsetzt. Auf dem nördlichen Loireufer zeigen sich die devonischen Gebilde in Form eines Dreiecks, dessen Basis zwischen Anceny und der Einmündung der Mayenne sich erstreckt, während die Spitze südwestlich von Riaillié sich findet. Ausserdem finden sich devonische Einlagerungen, die in derselben Richtung von Südost nach Nordwest streichen, zwischen Sablé und Lavalle und im Süden von Rennes in mehren einzelnen Streifen. Meist sind es Puddinge, Sandsteine, Grauwacken und Thonschiefer mit eingelagerten, unreinen Kalksteinen und dunkeln Marmorn, welche diese Lager zusammensetzen. An einigen Orten ist es noch unentschieden, ob diese Kalklager zu dem devonischen oder nicht, wie die Kalke bei Sablé, zu dem Kohlensysteme gehören.

§. 384. **Im Bas-Boulonnais.** Verfolgt man die devonischen Gebilde nach Osten, so findet man zuerst ein kleines Inselchen bei Fergues im Norden von Boulogne, wo sich ausserordentlich viel Versteinerungen finden. Es ist dies Inselchen gewissermaassen die letzte vorgeschobene Spitze des gewaltigen, aus dem Belgischen herüberstreichenden devonischen Zuges an dem Südrande der Ardennen, dessen Zusammenhang mit diesem Zuge durch Ueberdeckungen von Kreide- und Tertiärgebilden unsichtbar gemacht ist und der in seiner Schichtenfolge ganz mit dem rheinischen übereinstimmt.

§. 385. **Am Rheine.** Die Ardennen selbst bilden nur einen Theil der grossen devonischen Ablagerung, welche zu beiden Seiten des Rheines,

nördlich von Mainz, sich erstreckt und deren Gränzen auf der rechten Rheinseite man etwa als zwischen Main und Ruhr bezeichnen kann. Die Bergzüge des Taunus, des Hundsrück, der Ardennen, des hohen Venn, der Eifel und der hohen Lenne gehören diesem weiten Gebiete an, in dessen Innerem vielfache Einlagerungeu jüngerer Schichten, sowie ältere und neuere Durchbrüche verschiedener Art, namentlich von Grünsteinen und Basalten, sich zeigen.

Die Erstreckung dieses weiten devonischen Gebietes lässt sich besonders deshalb genauer bestimmen, weil überall an den Rändern jüngere Schichten, theils dem unmittelbar nachfolgenden Kohlensysteme, theils neueren Ablagerungen angehörig, sich über die devonischen Schichten herlagern und nur selten bedeutendere Verwerfungen vorkommen. Auf der rechten Rheinseite verfolgt man den nördlicheu Rand des devonischen Gebietes längs der Ruhr in einem über Elberfeld, Barmen, Iserlohn, Calve, Allendorf, Meschede bis Marsberg gehenden Zuge, wo überall die devouischen Schichten unter das Kohlengebirge einschiessen. Nach Osten hiu bei Stockberg, Korbach, Fürstenberg, Waldeck, Battenberg, Wetter bis gegen Giessen und Butzbach hin werden diese Gebilde von dem Zechsteine oder dem bunten Sandsteine und im Süden in einer Linie, die von Giessen über Homburg, Soden, Kronenberg und Wiesbaden nach Bingen gezogen werden kann, von Tertiärgebilden überlagert. Von Bingen aus verfolgt man über Nonnweiler bis gegen Merzig hin eine fast gerade Linie, innerhalb welcher das pfälzische Kohlengebirge sich auf den südlichen Abhang des Hundsrück auflagert. Saarburg, Trier, Witlich, Stadtkyll, Prüm, Diekirch bezeichnen etwa die Gränzen eiues buchtartigen Vorsprunges von buntem Sandsteiu, der in das devonische Gebiet hineingreift und den Hundsrück von den Ardennen treunt. Dieser Bucht entspricht eine von Süd nach Nord gerichtete Depression, deren Längsaxe durch eiue Liuie von Killesheim nach Zülpich bezeichuet wird und in welcher theils bunter Sandstein, wie bei Killesheim und Gemünd, theils jüngere sogenannte Eifeler Kalke abgelagert sind. Von Diekirch aus erstreckt sich die Südgränze westlich längs einer von Arlon nach Mésière und Hirson gezogenen Linie, wo sie anfangs von triasischen, dann von den jurassischen Gebilden überlagert wird. Der nördliche Abhang in einer über Chimaix, Couvin, Givet, Laroche, Charleroi, Namur, Lüttich, Eupen und Stollberg laufenden Gränze wird von den Kohlengebilden Belgiens überlagert. Einen ähnlichen inselartigen Vorsprung in diesem Gebiete, wie der erwähnte des bunten Saudsteines, machen die Anschwemmungen des Rheines und die Tertiärgebilde, deren Gränzen sich von der Ruhr aus von Norden her über Ratingen, Paffrath bis zum Siebengebirge, Ahrweiler und Düren ziehen lassen.

Fig. 145.

Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.



Diese nördliche Unterbrechung in der Richtung des Rheines abgerechnet, kann man also wohl sagen, dass die devonischen Gebilde von Chimay in Belgien bis Stadtberge in Westphalen sich in fast gerader Linie fortsetzen und das längs dieses ganzen Nordrandes sie unter die Kohlengebilde einschiessen, welche, wie wir später sehen werden, noch weiter in derselben Richtung nach beiden Seiten hin sich erstrecken.

Schichtenfolge. Als unterste Schichten kann man in dem ganzen Gebiete, namentlich aber in den Höhenzügen der Ardennen, des hohen Venn, des Hundsrück und des Taunus, durchaus versteinerungslose Ablagerungen unterscheiden, die aus Dachschiefern, halb krystallinisch-seidenglänzenden Thonschiefern, Quarzschiefern und dicken Bänken von Quarziten bestehen und auch von verschiedenen Geologen als Taunus- oder Ardennenschiefer bezeichnet werden. Ob diese sehr mächtigen und vielfach verworfenen Schiefer in der That dem devonischen und nicht dem silurischen Systeme angehören, lässt sich bei dem gänzlichen Mangel an Versteinernngen nicht entscheiden — jedenfalls aber lagern sie unter den Versteinerungen führenden Schichten. §. 386.

Diese bestehen in ihrer unteren Abtheilung auf beiden Seiten des Rheines und zwar namentlich bei Giessen, Coblenz, Prüm, Convin, Chimay vornehmlich aus braunen, bald mehr sandigen, bald mehr thonigen Grauwacken, die mit schwarzen Dachschiefern, quarzigen Sandsteinen und Conglomeraten von brauner und gelblicher Farbe wechsellagern, viele Erzgänge (Nickel, Zink, Bleiglanz, Braunspath u. s. w.) haben und als besonders charakteristische Versteinerungen Spiriferen enthalten, weshalb man sie auch als Spiriferensandsteine oder mit einem geographischen Namen als Coblenzer Grauwacke bezeichnet hat. Diese untere Grauwacken-Abtheilung ist durchaus gleichförmig im ganzen Rheingebiete und zeigt sich sogar in derselben Weise am Harze und an anderen Orten, wie ihr denn auch die untere Sandsteingruppe in Nordamerika entspricht.

Mittlere Abtheilung. Weit mannigfaltiger ist die mittlere Abtheilung ausgebildet. In Nassau gehen die Spiriferensandsteine an einigen Orten wie namentlich bei Wissenbach und Balduinstein in schwarze Schiefer über, welche durch ihre häufigen Goniatiten den Marcellusschiefern Nordamerikas zu entsprechen scheinen. Sonst ist die mittlere Gruppe des devonischen Systemes in Nassau vorzüglich kalkig, bald mehr dolomitisch, bald mehr mergelig, und häufig sind diese Kalke, welche oft sehr eisenreich sind, durch Verschmelzung mit Grünstein zu Schalsteinen umgebildet, die einen ausserordentlich wechselnden Charakter zeigen. Glimmerreiche Grauwacken und Sandsteine finden sich unter diesen Kalken und Mergeln eingemengt. Häufige Einlage- §. 387.

rungen von Diabas, Porphyr, Hyperit und ähnlichen massiven und krystallinischen Gesteinen, welche zur Entstehung des Schalsteines Veranlassung gaben, finden sich überall in diesen wie in den höheren Schichten vor. Nach allen bis jetzt bekannten Thatsachen scheint der Schalsteiu, der die nassauischen Ablagerungen besonders auszeichnet, aus einer bald mehr bald weniger innigeu Mischung von zersetztem Diabas mit Kalkschlamm entstanden zu sein, die unter Wasser vor sich ging. Entfernter von den Diabasdurchbrüchen ist nur einfacher, homogener oder kleinkörnig krystallinischer Kalk oder Kalkmergel abgelagert worden, welcher von der herrschenden Versteinerung den Namen des Stringocephalen-Kalkes erhalten hat.

Als letztes Glied endlich finden sich eigenthümliche flaserige Kalke, krummschalige Schiefer mit Kalknieren, Thon nnd Kalkschiefer mit eingelagerten bituminösen Schichten und Anthracitlagern, nach der vorherrschenden Versteinerung Cypridinenschiefer genannt. Bald ist, wie bei Dillenburg und Weilburg, mehr das schieferige, bald, wie bei Giessen, das kalkige Element mehr entwickelt.

§. 388. **In Westphalen.** In Westphalen zeigen sich über der nnteren, den Boden der ganzen Gegend bildenden Abtheilung des Spiriferensandsteins theils einzelne mit jüngeren Schichten ausgefüllte Mulden, theils an dem Nordrande ein längeres Band, das unmittelbar unter die Kohlengebilde einschiesst. Als tiefste Schicht der nntersten Abtheilung findet man bei Waldbröl, Olpe, im Lennethal Thonschiefer und Grauwackenschiefer mit Calceola sandalina, die sogenannten Lenneschiefer, und darüber, jedoch nicht als besonderes Stockwerk trennbar, den eigentlichen Stringocephalenkalk mit seinem flaserigen Ansehen und besonders reich an Versteinerungen bei Paffrath und Elberfeld.

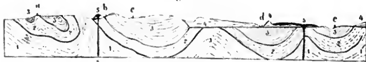
Die obere Abtheilung besteht im Ruhrthale, bei Nehden unweit Brilon, aus Dachschiefern, grauen Mergelschiefern, Thon- und Kalkschiefern, dem Flinn oder den Goniatitenschiefern und zu oberst aus grünen oder grauen Schieferthonen, die linsenförmige Kalknieren einschliessen, in welchen fast stets eine plattgedrückte Versteinerung (Goniatiten — Clymenien) als Kern sich findet. Dieser Nierenkalk, der durchaus den Cypridinenschiefern entspricht, bei Brilon, Hagen u. s. w. sehr entwickelt ist und auch als Clymenien- oder Goniatitenkalk bezeichnet wurde, ist in der Gegend unter dem Namen „Kramenzel-Stein“ bekannt.

§. 389. **In der Eifel.** Am einfachsten endlich sind die durch ihre Versteinerungen berühmten Kalkmulden der Eifel gebildet (Fig. 146).

Es zeigen sich hier die untereu Muldenauskleidungen von Grauwacke, d. h. von ächtem Spiriferensandstein gebildet, der auf den viel-

fach hin- und hergebogenen versteinerungsleeren Schichten abgelagert ist und so meist in die Länge gezogene Becken bildet, innerhalb wel-

Fig. 146.



Durchschnitt von Blankenhelmersdorf nach Gerolstein.

a Blankenheimersdorf. *b* Stromberg. *c* Altendorf. *d* Bolsdorf. *e* Gerolstein. 1 Aeltere versteinerungslose Schiefer. 2 Spiriferensandstein. 3 Eifeler Kalkstein. 4 Bunter Sandstein. 5 Basalt.

chen dann die Ablagerungen eines körnigen, oft krystallinischen, hier und da dolomitischen Kalks oder grauen Kalkmergels die Mulden gänzlich ausfüllen. Bei Prüm, Gerolstein, Stadtkyll, Kronenburg, Bensberg, Ruppichterod, Attendorf finden sich viele Mulden dieser Art, welche alle in derselben Richtung streichen und mehr oder minder reich an Versteinerungen sind. Häufig sind diese Mulden von Basalten durchbrochen, die indessen im Ganzen wenig Einfluss auf die Schichtenstellung geübt haben; an anderen Orten sind die Eifeler Kalke von buntem Sandstein überdeckt.

Nur an einer einzigen Stelle, bei Büdesheim, finden sich über dem Kalke dickschieferige, grünlich graue Mergelschiefer, die kleine, in Brauneisenstein verwandelte Goniatiten enthalten und den Cypridinenschiefern entsprechen, sowie südlich von Aachen thonigsandige Schiefer, die man einer häufig darin vorkommenden Spiriferart wegen Verneuilischiefer genannt hat und welche die höchsten Schichten des Systemes zu bilden scheinen.

Am Harze. Im Fichtelgebirge. In den steierischen Alpen. §. 390.
An dem nordwestlichen Harzrande sind die devonischen Gesteine in ähnlicher Reihenfolge, wie an dem Rheine entwickelt. Man findet hier auf der älteren silurischen Grauwacke am kahlen Berge und Rammelsberge zuerst den Spiriferensandstein, dann schwarze, wenige Fuss mächtige Schiefer am Langenberge bei Goslar, in deren unterem Theile hauptsächlich die *Calceola sandalina*, in deren oberem analoge Versteinerungen, wie bei Wissenbach, vorkommen; dann den Stringocephalenkalk und den Clymenienkalk mit seinen bekannten Nierenconcretionen bei Clausthal sowie bei Grund und Elbingerode; den Cypridinenschiefer bei Lautenthal, oder statt dessen rothe Thonschiefer mit Kalknieren und schwarzen Kalk mit Goniatiten bei Altenau.

In dem Fichtelgebirge und im östlichen Thüringen zeigt sich eine ähnliche Reihenfolge, und zwar sind hier namentlich die Clymenienkalke bei Elbersreuth durch ihre Versteinerungen bekannt.

Vergleichende Uebersicht

mit den charakteristi-

Obere

Nordamerika.	Belgien.	Eifel.	Westphalen.
Catskill-Sandstein. *Holoptychius nobilissimus.*	*Condros*-Sandstein. *Cucullaea Hardingii. Spirifer Bouchardi.*		
Chemung-Gruppe. *Spirifer Verneuili (disjunctus), Bouchardi, mesostriatus. Leptaena interstriata. Delthyris cuspidata. Terebratula reticularis. Productus subaculeatus, membranaceus.*	Schiefer von *Couvain, Chimay* und *Famesne. Spirifer Verneuili. Cardiola retro-striata. Goniatites retrorsus. Terebratula concentrica, reticularis, pugnus. Orthis umbraculum. Productus subaculeatus. Bactrites.*		Nierenkalke. *Goniatites lanceolati, magnosellares. Clymenien.*
		Büdesheimer Mergelschiefer. *Cypridina serrato-striata. Posidonomya venusta. Cardiola retro-striata. Goniatites magnosellares. Bactrites.*	Schiefer von *Nehden. Spirifer Verneuili.*
Portage-Gruppe. *Goniatites retrorsus, sinuosus. Clymenia complanata. Bellerophon striatus. Cyathocrinus ornatissimus. Spirifer laevigatus. Lucina retusa. Nucula lanceolata.*			

des devonischen Systemes

schen Versteinerungen.

Abtheilung.

Nassau.	Harz, Fichtelgebirge.	Grossbritannien.	Russland.
		Alter rother Sandstein. *Pterichthys*; *Coccosteus*; *Cephalaspis*; *Holoptychius nobilissimus*. *Dendrodus*. *Telerpeton Elginense*.	Sandstein der Ostseeprovinzen. *Asterolepis*; *Bothriolepis*. *Dendrodus*. *Holoptychius nobilissimus*.
Cypridinen-Schiefer. *Cypridina serrato-striata*. *Tentaculites tenuicinctus*. *Cardiola rostrata*, *retro-striata*. *Phacops cryptophthalmus*, *latifrons*. *Posidonomya venusta*. *Goniatites carinatus*, *retrorsus* (*magnosellares*).	*Cypridinen*-Schiefer von Lautenthal. *Cypridina serrato-str.* *Posidonomya vetusta*. *Phacops cryptophthalmus*. Nierenkalk vom *Sparenberg* und *Altenau*. *Goniatiten*. *Cardiola retro-striata*.	Schiefer von *Petherwin*. *Spirifer Verneuili*. *Goniatiten*. *Clymenien*.	*Domanik*-Schiefer. *Orthoceras*. *Cardiola retro-striata*.

Mittlere

Nordamerika.	Belgien.	Eifel.	Westphalen.
Genessee-Schiefer. *Orbicula Lodensis. Lingula spatulata, concentrica. Chonetes setigera. Avicula fragilis.*	Kalk von *Iberg* und *Givet. Rhynchonella cuboides. Terebratula elongata. Stringoceph. Burtini. Uncites gryphus.*	Eifeler Kalk. *Calceola sandalina. Stromatopora concentrica. Aulopora repens. Cyathophyllum ceratites, helianthoides, quadrigeminum. Spirifer speciosus, ostiolatus. Terebratula concentrica, reticularis.*	*Stringocephalen*-Kalk von *Paffrath. Stringocephalus Burtini. Uncites gryphus. Macrocheilus arculatus Murchisonia turbinata.*
Tully-Kalk. *Terebratula cuboides. Orthis striatulata, resupinata.*			
Hamilton-Gruppe. *Dipleura Dekayi. Phacops latifrons, macrophthalmus. Cryphaeus callitcles. Goniatites uniangularis. Microdon bella-striata. Avicula flabella, orbiculata. Orthonota undulata. Cardium loricatum. Terebratula aspera, concentrica, reticularis. Orthis umbonata. Productus subaculeatus. Spirifer mucronatus, Bouchardi, granuliferus Leptaena Dutertrei.*	*Calceola*-Schiefer. *Calceola sandalina. Phacops latifrons. Spirifer speciosus. Stromatopora concentrica. Calamopora gottlandica, polymorpha.*		*Calceola*-Schiefer von *Waldbröl, Olpe, Lenne. Calceola sandalina.*
Marcellus-Schiefer. *Goniatites expansus, Noeggerathi.*	Schwarze Sandschiefer. *Spirifer cultrijugatus. Orthis umbraculum. Chonetes dilatata.*		

Abtheilung.

Nassau.	Harz, Fichtelgebirge.	Grossbritannien.	Russland.
Stringocephalen-Kalk von *Vilmar*, *Diez*, *Wilburg*. *Stringocephalus Burtini*. *Stromatopora concentrica*. *Cyathophyllum caespitosum*, *ceratites*, *quadrigeminum*, *dianthus*. *Calamopora polymorpha*. *Terebratula paralelepipeda*, *reticularis*.	*Stringocephalen*-Kalk von *Grund*, *Elbingerode*, *Clausthal*. *Terebratula cuboides*, *reticularis*, *concentrica*, *pugnus*. *Spirifer simplex* *Stringocephalus*. *Burtini*.	*Stringocephalen*-Kalk von *Plymouth*, *Bradley* etc *Stringocephalus Burtini*. *Megalodon cucullatus*, *carinatus*, *Terebratula cuboides*.	
Schalstein.	*Calceola*-Schiefer von *Goslar*, *Auerhahn*, *Birkenthal*. *Phacops latifrons*. *Acidaspis horrida*. *Cyphaspis spinulosus*. *Goniatiten*. *Bactrites*. *Calceola sandalina*. *Calamopora gottlandica*. *Cystiphyllum spinulosum*.	*Calceola*-Schiefer von *Ogswell-house*. *Fenestella*. *Leptaena depressa*, *interstrialis*.	
Schiefer von *Wissenbach*. *Goniatiten*. *Orthoceratiten* etc.			

Untere

Nordamerika.	Belgien.	Eifel.	Westphalen.
Hornkalk. *Calymene crassimarginata. Odontocephalus selinurus. Phacops macrophthalmus. Cyrtoceras undulatum. Platyceras dumosum. Chemnitzia nexilis. Acroculia erecta. Pterinea cordiformis. Leptaena depressa. Terebratula reticularis. Pleurorhynchus trigonalis.*	Puddinge von *Bournot. Terebratula Oliveni. Chonetes sarcinulata, plebija. Avicula fasciculata.*		
***Onondaga*-Kalk.** *Favosites Gottlandica, alveolaris, fibrosa, favosa. Lithodendron. Cyathophyllum.*			
***Shoharrie*-Sandstein.** *Asterolepis. Pleurorhynchus. Phacops macrophthalmus, latifrons. Cyrtoceras.*	*Spiriferen*-Sandstein oder ältere Grauwacke von Co- *cropterus, cultrijugatus. Chonetes sarcinulata. Le-* *explanata. Pterinea lineata, fasciculata. Homalo-* *cauda. Pleurodictyum problematicum.*		
Hahnenschwanzsandstein. *Fucoiden.*			
***Oriskany*-Sandstein.** *Acroculia. Spirifer arenosus, cultrijugatus, macropterus. Atrypa elongata, peculiaris. Orthis unguiformis.*			
	Versteinerungs-		
	Ardennenschiefer.	Hohes *Venn.* Hundsrück.	Hohe *Lenne.*

Abtheilung.

Nassau.	Harz, Fichtelgebirge.	Grossbritannien.	Russland.
blenz. *Spirifer ma- ptaena dilatata. Orthis notus armatus, crassi-*	Grauwacke vom *Rammelsberg* und *Kahlenberg.*	Schiefer von *Meads-foot-Sands.*	
	Homalonotus Barrandii. Nucula, arca. Lucina. Ctenocrinus.	*Homalonotus.*	

lose Schiefer.

Taunus.			

Besonderer Erwähnung verdient noch ein bedeutendes devonisches Gebiet, welches an dem Nordrande der östlichen Alpen von Neunkirchen über Leoben und Rastadt bis nach Insbruck sich hinerstreckt, grösstentheils aus weichen Schiefern bestehend und ausserordentlich reiche Spatheisensteinlager enthält, auf welche die steierische Eisenindustrie grösstentheils gegründet ist. Ausser diesen finden sich noch einzelne kleine Inseln von devonischer Grauwacke, Kalk und Spatheisen bei Grätz, Klagenfurth, die indessen nur geringere Bedeutung haben.

§. 391. **Reichthum an Eisen und anderen Erzen.** In allen devonischen Bildungen verdienen namentlich die Lager mannigfaltiger Eisenerze, sowie die Anthracitlager, welche an einzelnen Stellen vorkommen, besondere Berücksichtigung; im Uebrigen hängt der Reichthum an Erzgängen hauptsächlich von der Nähe krystallinischer Kerne ab, durch welche bedeutendere Zersplitterungen erzeugt worden sind, die sich später mit Erzen anfüllten, während in den ausgedehnten Plateaus gewöhnlich nur Dachschiefer, Marmorarten und sonstige Bausteine eine industrielle Ausbeute versprechen.

§. 392. Siehe die Tabellen: Vergleichende Uebersicht des devonischen Systems S. 292 — 297.

§. 393.

Fig. 147.



Sphenopteris laxa.

Flora. Die Anthracitlager des devonischen Systemes sind in derselben Weise wie die Kohlenlager des Steinkohlensystemes durch Pflanzen bedingt, von welchen die meisten in ihrem Habitus, einige auch der Art nach denen der Kohlenzeit gleich kommen. Indessen ist die Flora des devonischen Systemes bei Weitem die ärmere, und wir begnügen uns deshalb, hier ein Farrenkrautblatt (Fig. 147) aus derselben in Abbildung zu geben, indem wir uns vorbehalten, die fossilen Pflanzen der Uebergangsgebilde mehr im Zusammenhange in dem folgenden Abschnitt zu behandeln.

Fauna. Unter den Thierversteinerungen des devonischen Systemes heben wir besonders die folgenden hervor. Besonders häufig kommt in den Kalken der Eifel sowie auch in Nordamerika, Russland und England ein etwa halbkugeliger Schwamm vor, der aus einem kalkigen Netzgewebe gebildet ist, das ein schwammiges Ansehen hat und bis kopfgrosse kugelige Massen bildet, an welchen man concentrische Schichten unterscheidet, von denen die einen dichter sind, während in den anderen feine Ritzen und Spältchen sich befinden. Es bilden diese Massen die Gattung *Stromatopora* (Fig. 148), deren Arten zwar auch noch in dem silurischen und Kohlensysteme vorkommen, dagegen in dem devonischen Systeme ihre Hauptentwickelung zeigen. §. 394.

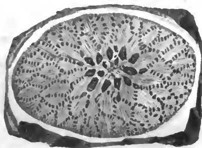
Unter den Polypen, die namentlich in den Kalken der Eifel bedeutende Riffe bilden, finden sich keine besondere Gattungen, welche nicht schon in dem obersilurischen Systeme erwähnt worden wären. Wir bilden hier eine Art ab, welche für die älteren devonischen Schichten und namentlich für den Spiriferensandstein ganz charakteristisch ist. Die Natur dieser Versteinerung, bei welcher man stets alle Kalktheile weggeführt findet, so dass die Höhlen den festen Theilen des Kalkgerüstes, die Steinmasse den ursprünglichen Höhlen des Körpers entspricht, ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Doch scheint es eine Koralle gewesen zu sein, die den Poriten nahe stand, eine gemeinschaftliche flache Basis und vieleckige Kelche hatte, welche durch unvollständige Scheidewände aus kleinen Säulchen und durchbohrte Mauern getrennt werden. §. 395.

Fig. 148.



Stromatopora concentrica.
Aus der Eifel.

Fig. 149.

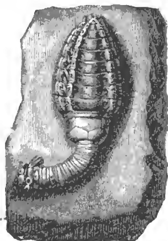


Pleurodictyum problematicum.

Unter den Seelilien zeichnet sich besonders neben den schon im silurischen Systeme erwähnten die Gattung *Cupressocrinus* aus, Fig. 150 §. 396.

u. 151, welche für sich allein eine Familie bildet und sich durch den becherförmigen breiten Kelch auszeichnet, der eine kurze flache Tasse bildet und

Fig. 150.



Cupressocrinus crassus. Aus der Eifel.

Fig. 151.



Säulenstücke desselben (*Entrochiten*), von der Fläche gesehen.

auf welchem fünf einfache ungetheilte, breite, dreieckige Arme stehen, die durch ihre Aneinanderlagerung eine Pyramide darstellen. Der Stiel ist rundlich, weiter nach unten vierseitig, und besteht aus einzelnen Täfelchen, die neben dem mittleren Nahrungscanale vier ins Kreuz gestellte Löcher zeigen.

Besonders häufig finden sich als Reste von Seelilien und namentlich der Gattung *Cyathocrinus* in den Grauwacken sogenannte **Schraubensteine**, nämlich Stiele, deren Höhlungen von Steinmasse erfüllt sind, während die festen Kalktheile ausgewaschen wurden.

§. 397. Die schon beim silurischen Systeme erwähnten **Pentremiten** zeigen eine für den Eifelkalk charakteristische Art (Fig. 152). Ihnen nahe stehen die Haplocrinen (Fig. 153), die nur im devonischen Systeme

Fig. 152.



Pentremites Schultzi.
Aus der Eifel.

Fig. 153.



Haplocrinus mespiliformis.
Von unten, von der Seite und von oben.

vorkommen und deren doppeltkegelförmiger Kelch aus fünf Basal- und fünf Schulterstücken besteht, auf welchen sehr dünne Arme stehen, die meistens abfallen. Auf der oberen Hälfte der Kelches sieht man fünf Ambulakralreihen.

Es giebt ausserdem Seesterne und eine Gattung Seeigel (*Archaeocidaris*).

Unter den Armfüsslern unterscheiden wir besonders die Gattung *Calceola*, Fig. 154, 155 u. 156, welche für sich eine eigenthümliche Familie bildet, deren hier abgebildete Species charakteristisch für §. 398.

Fig. 154.



Fig. 155.

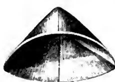
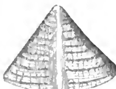


Fig. 156.



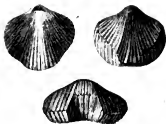
Calceola sandalina aus der Eifel.

Fig. 154 die beiden Schalen von unten in ihrer gegenseitigen Lage. Fig. 155 die grosse Schale nach abgenommenem Deckel. Fig. 156 die grosse Schale von oben (Schlossfläche).

die Zone des Eifeler Kalkes ist. Die Muschel besteht aus einer grossen halbkegelförmigen, horizontal gestreiften Hauptschale, welche einer Pantoffelspitze nicht unähnlich sieht, eine geschwungene Schlosslinie zeigt, an welcher feine Kerbungen sichtbar sind und deren Oeffnung durch eine halblinsenförmige klappenartige Schale wie mit einem Deckel geschlossen werden kann. Die kleinere Schale hat auf ihrer inneren Fläche eine dicke mittlere Leiste und die grosse zeigt statt eines Loches eine vertiefte Mittellinie, die von ihrer Spitze nach der offenen Basis zieht.

Unter den regelmässigen, mit freien Armen versehenen Brachiopoden haben wir die Familie der Rhynchonelliden, deren freie gewölbte faserige Schale im Inneren kurze, kalkige Armgerüste und freie fleischige Arme besitzt und unter dem Schnabel der grossen Schale eine runde Oeffnung zum Durchtritt des Anheftungsmuskels zeigt. Zu der eigentlichen Gattung *Rhynchonella*, Fig. 157, welche ausser den Familiencharakteren ein aus zwei Stücken bestehendes Deltidium, faserige Schalen mit Strahlenstreifen, auf der grossen Klappe einen Schlosszahn und auf der kleinen eine entsprechende Vertiefung zeigt, und die in allen Formationen bis in die Meere der Jetztwelt vorkommt, gehört die hier abgebildete, für den Eifelkalk charakteristische Art. §. 399.

Fig. 157.

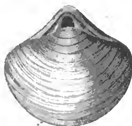


Rhynchonella parallelepipeda. Eifel.

Die ausserordentlich zahlreiche Familie der Terebratuliden haben eine regelmässige, löcherige Schale; die grosse, mit einem Loche zum Durch- §. 400.

tritte des Anheftungsmuskels am Schnabel versehene Klappe hat zwei vorstehende, in Vertiefungen der kleinen Schale passende Schlosszähne und ein Deltidium von ein oder zwei Stücken; die knieförmig gebogenen Arme sind durch ein an der kleinen Klappe befestigtes Gerüst von geraden oder schlingenförmigen Kalkleisten gestützt. Eine besondere Gruppe bildet in dieser Familie die Gattung *Stringocephalus*, Fig. 158 u. 159, welche nur im devonischen Systeme vorkommt und

Fig. 158.



Stringocephalus Burtini.
Von der kleinen Schale (Bauchschale) aus.

Fig. 159.



Derselbe von der Seite.

mit *Uncites gryphus* einen besonderen Horizont in den Kalken dieses Systemes bezeichnet. Sie hat einen etwas wellenförmigen Schlossrand, über welchen der Buckel der grösseren Schale hervorragt. Das dreieckige Schlossfeld, welches hierdurch entsteht, ist von einer rundlichen, anfangs dreieckigen Oeffnung durchbohrt, an deren Rändern sich bei zunehmendem Alter stets mehr und mehr Kalkschichten anlagern, die zwar kein wahres Deltidium bilden, aber doch allmälig die Oeffnung verengern und endlich gänzlich verstopfen. Im Inneren befindet sich auf der grösseren Schale eine dicke Längsscheidewand, die bis in die Hälfte der Schale hinabreicht.

Aus den Gattungen der Terebrateln und Spiriferen, Fig. 160 u. 161, bilden wir einige Arten ab, welche besonders für die devonischen Gesteine charakteristisch erscheinen.

Fig. 160.



Terebratula ferita.
Aus der Eifel.

Fig. 161.



Spirifer speciosus.
Aus dem Spiriferensandstein.

Unter dem Namen *Spirigera*, Fig. 162, hat man eine Gruppe von den ächten Spiriferarten abgetrennt, bei welchen die Muschel mehr die Gestalt einer Terebratel und eine runde Oeffnung hat, die auf der Spitze des Schnabels der grossen Schale angebracht ist. Area und Deltidium fehlen, die Schalen haben faserige Textur und die spiraligen Arme bilden nach beiden Seiten hin spitze Kegel. §. 402.

Fig. 162.

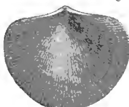




Spirigera Ezquerra. Asturien.

Eine andere Gruppe, bei welcher das runde, unter der Schnabelspitze angebrachte Loch durch ein Deltidium und eine Area von dem Schlosse getrennt ist und die spiraligen Arme zwei nach unten hin gerichtete spitze Kegel bilden, hat den Namen *Spirigerina* erhalten, Fig. 163.

Fig. 163.

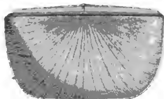




Spirigerina (Atrypa) reticularis.
Im obersilurischen und allen devonischen Schichten sehr häufig.

Die Gattung *Leptaena*, Fig. 164, welche zu den Productiden gehört, hat glatte Schalen ohne Stacheln oder Röhren auf dem geraden Schlossfelde, ohne Oeffnung, von faseriger Structur und meist sehr platter Gestalt.

Fig. 164.



Leptaena lepis.
Eifel.

Fig. 165.



Cardium pectunculoides
von Vilmar.

Unter den Blattkiemern heben wir besonders die Familie der Herzmuscheln hervor, welche zwar schon in dem silurischen Systeme vorkommt, hier aber besonders häufig vertreten ist. Die Herzmuscheln (*Cardida*), Fig. 165, haben eine gleichschalige, überall schlies- §. 403.

sende dickschalige Muschel mit vorstehenden Wirbeln, starken unregelmässigen Schlosszähnen und äusserlichem Schlossbande. Der Manteleindruck ist ganz, die beiden Muskeleindrücke sehr deutlich.

Die Gattung *Cardium* hat herzförmige Schalen mit radienförmigen Streifen und am Schlosse zwei kiemenförmige Hauptzähne mit zwei wohlgetrennten Seitenzähnen. Die abgebildete Art kommt häufig bei Vilmar vor, Fig. 166 u. 167.

Die Gattung *Conocardium* unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Schale flügelförmig verlängert ist und an der hinteren Seite etwas klafft; sie kommt nur bis zum Kohlensysteme vor, wo sie gänzlich ausstirbt.

Fig. 166



Conocardium Lyellii.

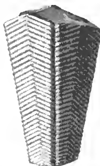
Fig. 167.



Conocardium Vilmarense.

§. 404. Zu der Ordnung der Flügelfüsser (*Pteropoda*) werden die Schalen gerechnet, deren abgebildete Art in dem Kalke der Eifel häufig vorkommt und *Conularia*, Fig. 168, genannt wird. Die Flügelfüsser zeichnen sich allgemein durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane aus, welche aus zwei flügelförmigen Lappen bestehen, die zu beiden Seiten des Mundes sitzen und durch deren Schwingungen sie im hohen Meere herumschwimmen. Ihre Schalen sind meistens dünn, hornig, mehr oder minder dütenförmig. Die der Gattung *Conularia* sind gerade, pyramidalisch, aus vier spitzen Dreieckflächen zusammengesetzt, die mittelst vertiefter Nähte an einander stossen und gewöhnlich durch Zickzackstreifen auf den äusseren Flächen geziert sind.

Fig. 168.



Conularia ornata.
Aus der Eifel.

§. 405. Unter den Schnecken ist besonders die schon bei dem silurischen Systeme erwähnte Familie der Kreiselschnecken sehr ausgiebig repräsentirt. Die Gattung *Euomphalus*, Fig. 169 u. 170, zeigt in den Kalken der Eifel die hier abgebildeten charakteristischen Species. Die Gattung *Trochus*, die sich durch ihre dreieckige niedergedrückte, meist genabelte Schale auszeichnet, tritt hier zuerst auf. Die Gattung *Turbo*, Fig. 171, mit kurzer niedergedrückter sichtlicher Spindel, eckiger Mundöffnung, die dem Runden sich annähert, ist äusserst häufig vertreten. Die Gattung *Monodonta*, Fig. 172, unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, dass an dem Spindelrande der Mundöffnung die scharfe Leiste der Spindel wie ein Zahn hervorsteht.

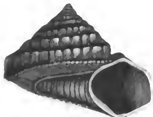
Die Familie der **Pyramidenschnecken** zeigt spiralig aufgewun- §. 406.

Fig. 169.



Euomphalus radiatus. Eifel.

Fig. 170.



Euomphalus Leonhardi. Eifel.

dene Schalen, meist thurmförmig verlängert, glatt oder quergestreift mit ganzer Mundöffnung, ohne Einbucht und gewöhnlich scharfem

Fig 171.



Turbo squamiferus.
Aus den devonischen Kalken
der Eifel.

Fig. 172.



Monodonta purpurea.
Aus der Eifel.

Rande und eine verdickte Spindel, die meist vorstehende Kanten hat. Dieser Familie gehört die Gattung ***Macrocheilus*** (Fig. 173) an, welche in dem devonischen Systeme beginnt und schon in dem Kohlensysteme aufhört, so dass ihre Schalen vortreffliche Leitmuscheln für diese beiden Systeme abgeben Die Mundöffnung ist bedeutend ausgeweitet und breitbuchtig, die Lippe aber glatt und gerade, der Spindelrand platt und glatt, oft indessen gezähnt, so dass fast eine Art von Canal hergestellt wird.

Fig. 173.



Machrocheilus subcostatus.

Die Familie der **Naticiden** §. 407. zeigt spiralig gewundene kugelige oder niedergedrückte Schalen, deren letzter Umgang nur die Spitze

der Spindel unbedeckt lässt. Die Mundöffnung ist halbmondförmig und von einem breiten wulstigen Rande umgeben, der gewöhnlich den Nabel zudeckt. Die Gattung *Natica*, Fig. 174, welcher die hier abgebildete charakteristische Art aus der Eifel angehört, zeigt eine dicke Schale mit sehr kurzer Spindel, sehr dickem Mundrande, dessen schwielige Aufwulstung den Nabel fast gänzlich verbirgt.

Fig. 174.



Natica subcostata.

§. 408. Der schon erwähnten Familie der Seeohren gehört neben den Murchisonien, Fig. 175, welchen die hier abgebildete charakteristische Art aus der Eifel zugesellt wird, die Gattung *Pleurotomaria* an, welche sich von den Murchisonien nur durch die kürzere niedergedrückte Kegelform unterscheidet, sonst aber wie diese einen Ausschnitt der Lippe zeigt, der bei der Verwachsung eine vorstehende Leiste auf den Windungen bildet. Bei den ächten *Cirrhen*, Fig. 176, finden sich statt

Fig. 175.



Murchisonia bigranulosa.

Fig. 176.



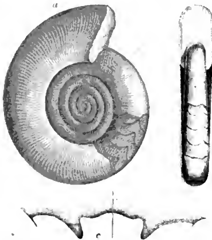
Cirrhus Goldfussi (spinosus). Eifel.

eines Spaltes Röhren in einer Spirallinie auf den Windungen aufgestellt.

§. 409. Unter den Kopffüsslern des devonischen Systemes ist besonders die Gattung *Clymenia* (Fig. 177) hervorzuheben, welche gewissermaassen den Uebergang von den Nautilen zu den Ammoniten vermittelt und, wie

schon oben erwähnt, einen ganz bestimmten Horizont eigenthümlicher Kalke bildet, sowie auch ausserdem für das devonische System charakteristisch ist, da ihre zahlreichen Arten nur in diesem vorkommen. Die Schalen dieser Gattung sind spiralig in einer Ebene gewunden, die Umgänge sehr zahlreich, kaum bedeckt und langsam an Dicke zunehmend. Die Scheidewände sind stark concav, in der Mitte geknickt, so dass sie hier einen tiefen Winkel bilden, und die Schale sehr dick, nur selten mit deutlichen Anwachsstreifen versehen. Der Sipho liegt auf der Bauchseite, ist sehr eng, dütenförmig und die Düte oben aufgeschlitzt, so dass man glaubte, er ginge zwischen Scheidewand und Schale durch, was indessen nicht der Fall ist.

Fig. 177.



Clymenia Sedgwickii. *a* Von der Seite. *b* Von vorn. *c* Eine Kammerscheidewand vom Rücken aus.

Fig. 178.



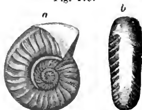
Gyroceras Eifelense.

Zu den ächten **Nautiliden** mit ganzen schalenförmigen Kammerscheidewänden gehört die Gattung *Gyroceras* (Fig. 178) mit spiralig in derselben Ebene aufgerollter Schale, die schnell an Dicke zunimmt. Der Sipho liegt indess nicht, wie bei den meisten Nautiliden, in der Mitte, sondern an dem äusseren Rande an der Peripherie, wie bei den Ammoniten. Die Gyroceren kommen nur in dem obersilurischen und devonischen Systeme vor. §. 410.

Die äusserst zahlreiche Familie der **Ammoniten**, von welchen wir keine lebenden Repräsentanten mehr haben, zeichnet sich durch eine dünne zerbrechliche Schale aus, die meistens sehr zierlich mit Stacheln, Knoten oder anderen Erhabenheiten geschmückt ist. Die Scheidewände sind convex und meistens, wenn nicht einfach am Rücken eingebogen, so doch gefaltet und gezähnt und hin und her gewunden, wodurch eigen- §. 411.

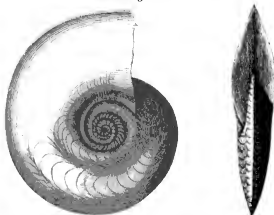
thümliche Figuren auf der Oberfläche der Steinkerne entstehen. Der Sipho liegt stets auf dem Rücken der Schale, hart an der Seite des Kiels, zwischen der Schale und den Scheidewänden und zeigt eine nach oben gekehrte Düte, die mit einer besonderen Hülle sich durch die Kammern hindurch fortsetzt. Die Gattung *Goniatites* (Fig. 179 und 180) bildet die einzigen Repräsentanten dieser Familie bis zu dem Kohlenkalke und zeichnet sich dadurch aus, dass die Röhre nur langsam zunimmt und die vielfachen Windungen sich gegenseitig nur wenig decken. Die Scheidewände sind einfach gekrümmt oder geknickt und die Düte des Siphos nach unten gerichtet. Der Sipho liegt hart an dem Rücken und bildet hier eine Art von Düte. Diejenigen Einbiegungen der Scheidewände, welche bei der Betrachtung der Mundöffnung der Schale nach hinten schauen und zuweilen wie Löcher erscheinen, nennt man Loben, die vorspringenden

Fig. 179.



Goniatites Hoeninghausi.
Eifel. *a* von der Seite. *b* von vorn.

Fig. 180.



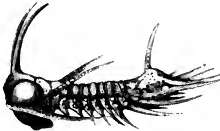
Goniatites costulatus. Eifel.
a von der Seite. *b* von dem Rücken.

Biegungen dagegen Sättel. Bei den Goniatiten sind die Loben gewöhnlich stark winkelig aber ungezackt und der Rückenlobus umfasst den Sipho.

§. 412. Unter den Trilobiten des devonischen Systemes heben wir besonders die Familie der Odontopleuriden hervor, welche ein langes, hinten

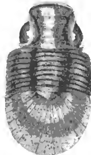
in Spitzen ausgezogenes Kopfschild besitzen und ein nur wenig ausgebildetes Schwanzschild, das aus einer geringen Anzahl von Ringen besteht. Sehr bizarr ist die Gattung *Arges* (Fig. 181), deren hier abgebildete Art bis jetzt nur in der Eifel gefunden wurde. Der rundliche Kopf ist hoch gewölbt, die Seitentheile kugelig, das Kopfschild in einen grossen platten, nach hinten sich erstreckenden Stachel umgewandelt; die Augen sind nicht erkennbar, der Rumpf achtgliedrig, das Schwanzschild gross mit ungegliederter Axe. Alle Ringe laufen seitlich in Stacheln aus; das Schwanzschild ist mit gekrümmten, nach hinten strahlenden Stacheln besetzt; zwei grosse gekrümmte Stacheln stehen auf der Stirn, ein dritter kleinerer auf dem Schwanzschild.

Fig. 181.



Arges armatus.

Fig. 182.



Bronteus flabellifer.

Einen eigenthümlichen Typus stellt die Gattung *Bronteus* (Fig. 182) dar, an welcher oft die Kopfschilder fehlen und nur der Kopfbuckel mit den grossen gewölbten Augen vorhanden ist; das Schwanzschild ist halbkreisförmig ungetheilt, mit radialen Furchen besetzt, der Rumpf aus zehn sehr kurzen Ringen zusammengesetzt.

Ausser den Trilobiten finden sich noch im devonischen Systeme Repräsentanten der Ordnung der Schalenkrebse (*Ostracoda*), kleiner, fast mikroskopischer Krebschen, die grösstentheils das süsse Wasser bewohnen und deren Körper von einer zweiklappigen Schale gedeckt wird, die nur durch den gänzlichen Mangel eines Schlosses und eines Schlossbandes von den Schalen gewöhnlicher Muschelthiere unterschieden werden kann. Die Familie der Schalenflöhe (*Cyprida*), zu welcher die Gattung *Cypridina* (Fig. 183 a. f. S.) gehört, besitzt zwei Paar Fühler, von denen die vorderen borstenförmig, die hinteren dagegen gebogen und zu Schwimmorganen umgewandelt sind, und einen spitzen Hinterleib, der fast wie ein Springstock benutzt werden kann. Die im Meere lebende Gattung *Cypridina* unterscheidet sich von den gewöhnlichen Schalenflöhen des süssen Wassers durch die Lage der Augen, die §. 413.

ziemlich weit von der Rückenlinie fast mitten auf der Schale einen Höcker bilden. Die abgebildete Art findet sich zu Millionen im Cypridinenschiefer Nassaus.

Fig. 183.

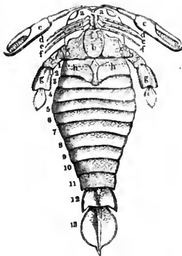




Cypridinenschiefer von Weilburg.

§. 414. Eine der wunderbarsten Formen zeigt ein grosses, bis sechs Fuss langes Krebsthier, dessen mit federähnlichen Vorsprüngen und Verzierungen ausgestatteten Panzerstücke häufig in denselben Sandsteinschichten Schottlands gefunden werden, welche so viele Fische liefern. Wenn die Restauration von *Pterygotus* (Fig. 184), von welcher wir hier eine Copie geben, richtig ist, so hatte das Thier am Kopfrande sitzende Augen, in grosse Scheeren endende Fühler, ähnlich wie die Skorpionen, dahinter drei Paar einfache Kiefertaster und dann ein Paar Kaufüsse, deren Basalglieder, wie bei den Limulus-Arten, zum Zerkleinern der Nahrung dienten, während die Endglieder Schwimmplatten darstellten. Die weiteren Rumpf- und Bauchringe sind anhanglos, der Leib endet in einen lanzenförmigen Schwanzanhang. Das Thier scheint demnach eine Stammform zwischen Gliederspinnen (Skorpionen) und niederen Crustazeen darzustellen.

Fig. 184.



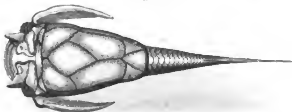
Restauration von *Pterygotus anglicus* von der Bauchseite.
a Augen. *b* Metastom (Unterlippenplatte). *c* Scheerenfühler. *def* Kiefertaster. *g* Schwimmfüsse. *h* Genitalplatten. 1 bis 13 Körperringe.

§. 415. Bei dem silurischen Systeme schon erwähnten wir, dass nur eine höchst geringe Anzahl von Ueberresten einiger Knorpelfische in dem obersilurischen Systeme gefunden werde; dass dagegen das devonische System sich durch eine ungemeine Entwickelung eigenthümlicher Fischfamilien auszeichne, welche zum grossen Theil auf dieses System selbst oder auf die paläozoischen Gebilde beschränkt seien. Es gehören

die sämmtlichen Fische der paläozoischen Gebilde uur zwei Ordnungen an, den Schmelzschuppern (*Ganoiden*), welche in der Jetztwelt nur durch wenige Arten repräsentirt sind, und den Knorpelfischen (*Placoiden*), deren Vertreter Rochen und Haien sind. Die eigentlichen, anatomischen Charaktere der Ganoiden, wodurch sie sich von den Knochenfischen unterscheiden, lassen sich bei Versteinerungen nicht nachweisen, man erkennt sie hier an knöchernen, mit Schmelz überzogenen Schuppen von eckiger, runder oder Tafelform, unvollständig verknöcherten Schwanzwirbeln und Gahelstützen an den Flossen. Im devonischen Systeme fällt vor Allem die Uuterordnung der Panzerganoiden auf, dereu wesentliche Charaktere darin bestehen, dass die Haut mit grossen Knochenplatten betäfelt ist, welche oft in einem mehr oder minder bedeutenden Umfange des Körpers zu einem förmlichen Panzer an einander stossen. Das Skelett aller Fische, die zu dieser Unterordnung gehören, ist knorpelig und besteht aus einer ungetheilten Wirbelsaite, auf welcher härtere Wirbelbögen aufsitzen. Auch die Schädelkapsel ist stets hornig und das Maul gewöhnlich auf der unteren Seite des Kopfes angebracht. Ein lebender Repräsentant dieser Unterordnung ist der Stör. Zu ihr gehörte die Familie der Schildköpfe (*Cephalaspida*), welche nur in dem devonischen Systeme gefunden werden, dann aber spurlos aussterben. Breite Knochenplatten bedecken nicht nur den Kopf, sondern auch einen Theil oder selbst die ganze Länge des Leibes, so dass dieser von einer Art Panzer umhüllt wird, aus welchem bei einzelnen Gattungen nur Schwanz, Kopf und Flossen beweglich hervorschauen. Die Knochentafeln sind aussen meistens mit charakteristischen Relieffiguren versehen, die Flossen stets höchst unvollständig ausgebildet, zuweilen nur in Form säbelförmiger Auhänge entwickelt.

Die Gattung *Pterichthys* (Fig. 185) bestand aus kleinen Fischen, deren Leib in einen hochgewölbten Schildkrötenpanzer eingeschlossen

Fig. 185.



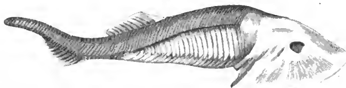
Pterichthys cornutus.
Aus Schottland.

war, aus welchem vorn der mit Tafeln belegte Kopf, hinten der kleine beschuppte Schwanz hervorsah, auf welchem eine höchst unbedeutende Rückenflosse sass. Die Brustflossen bestehen aus einer Reihe länglicher beweglicher Glieder uud sind au der Seite mit feinen Strahlen

besetzt. Der Leibpanzer selbst besteht oben aus sechs, unten aus neun Platten, an welche sich vorn der mit Platten getäfelte Kopf anschliesst. Die bizarren Fische, die man früher bald als Käfer, bald als Schildkröten ansah, kommen an manchen Gegenden in Schottland so häufig in dem alten rothen Sandsteine vor, dass man Wagenladungen davon wegführen kann.

Die Gattung *Cephalaspis* (Fig. 186) gehört derselben Familie an. Der Kopf ist ausserordentlich gross und wird von einem halbmondförmigen Schilde bedeckt, das nach hinten in zwei Spitzen ausgezogen ist und auf dessen Höhe die Augen stehen. An dieses Kopf-

Fig. 186.

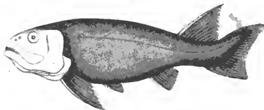


Cephalaspis Lyelli
Devonisches System.

schild schliesst sich ein am Rücken gewölbter Leib, der mit langen Schmelzschuppen besetzt ist, welche am Rücken und am Bauch in schiefen, an der Seite in geraden Reihen dachziegelförmig über einander liegen. Der Schwanz ist an seinem hinteren Ende aufgebogen und trägt eine kurze Flosse unter diesem aufgebogenen Ende, während an dem Anfange des Schwanzes eine kleine Rückenflosse sich findet.

§. 416. Aus der Unterordnung der Eckschupper (*Rhombifera*), welche von den übrigen Ganoiden sich durch die viereckigen rhomboidalen, mit Schmelz überzogenen Schuppen auszeichnen, findet sich theils in dem devonischen, namentlich aber auch in dem Kohlensysteme eine Familie von Fischen vor, deren Schuppen so klein sind, dass sie fast wie mit Chagrin bedeckt aussehen. Diese Kleinschupper (*Acanthodida*, Fig. 187)

Fig. 187.

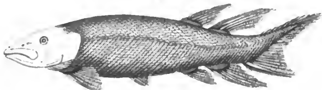


Restauration von *Acanthodes*.

hatten eine kurze gedrängte Gestalt, dicken hohen Kopf, weite Mundspalte und eine heterocerke Schwanzflosse, indem der Schwanz sich nach oben aufbiegt und an seinem unteren Rande die Flosse trägt. Die Brust- und Bauchflossen, sowie die Rücken- und Afterflosse waren gewöhnlich mit starken Stacheln bewaffnet.

Der gleichen Unterordnung gehört die Familie der **Doppelflosser** (*Dipterida*, Fig. 188) an, welche nur in dem rothen Sandsteine vorkommt, einen platten Kopf mit breiter Mundspalte besitzt, die bald mit §. 417.

Fig. 188.

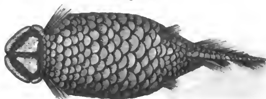


Restauration von *Dipterus*.

Bürsten, bald mit Kegelzähnen bewaffnet ist, und statt der Kiemenhaut an der Kehle zwei länglich dreieckige Deckknochen zeigt; die Schuppen sind glatt, der Körper lang, spindelförmig und die Familie wesentlich dadurch ausgezeichnet, dass ausser den paarigen Flossen stets zwei Rückenflossen und zwei Afterflossen existiren, welche die Fische zu schnellen Raubfischen machen mussten.

Die Unterordnung der **Rundschupper** (*Cyclifera*), deren Schuppen §. 418.
bei der rundlichen Form, welche den gewöhnlichen Fischen zukommt, eine ausgezeichnete Schmelzbedeckung besitzen, zeigt sich ebenfalls in dem devonischen Systeme stark vertreten und zwar namentlich durch die Familie der **Faltenschupper** (*Holoptychida*, Fig. 189), mächtige

Fig. 189.



Holoptychius nobilissimus. Von der Bauchseite.

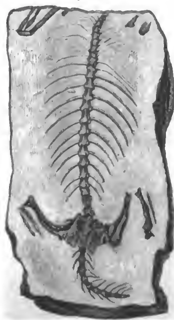
Raubfische, deren Maul mit grossen kegelförmigen Fangzähnen bewaffnet war, welche eine äusserst complicirte gefaltete Structur darbieten. Die Schuppen dieser Fische waren gross, rund, dachziegelförmig über einander gelegt, mit dicken Schmelzfalten versehen und die Platten des

Kopfes auf der Oberfläche vielfältig emaillirt und mit sonderbaren Erhabenheiten verziert. Die Flossen sind ziemlich stark entwickelt und die Kehle durch zwei dreieckige Platten gedeckt, welche die Kiemenhaut vertreten.

§. 419. Wir finden so in dem devonischen Systeme die Gruppen, in welche sich die grosse Ordnung der Ganoideu theilt, schon vollständig vertreten, wenn auch meistentheils mit Formen, welche durch die knorpelige Natur des Skelettes einen niederen Stand in der Reihe bekunden. Ausser den erwähnten Familien kommen indess auch Ueberreste von Knorpelfischen vor, die namentlich den stacheltragenden Haifischen angehören. Die Häufigkeit dieser Ichthyodoruliten, wie man die Stacheln aus den Flossen dieser Haifische genannt hat, sowie der Zähne, welche mehr zum Zermalmen der Beute, als zum Zerreissen dienten, steht indessen in keinem Verhältniss zu der Häufigkeit der Reste von Ganoiden, welche wir soeben erwähnten.

§. 420. Vor einigen Jahren erst wurden in dem alten rothen Sandsteine bei Elgin Platten mit Fussspuren gefunden, deren Anordnung in zwei Reihen auf ein kleineres, vierfüssiges Thier mit kurzen Beinen, auf ein Amphibium oder ein Reptil deuteten. Aus früherer Zeit her kannte man schon verkohlte Haufen kugelähnlicher Massen, die wohl Eiermassen sein konnten und jetzt bestimmt für Eier froschähnlicher Thiere angesprochen werden. Endlich wurde das hintere Theil eines Skelettes entdeckt, dessen Abbildung wir hier in natürlicher Grösse geben (Fig. 190). Ausser diesem Stücke fanden sich sehr kleine kegelförmige Zähnchen, ein Stück einer Unterkinnlade und verstümmelte Schädelreste. Die Structur der Wirbel, der Rippen, des Beckens, welche man an dem abgebildeten Skelette sieht, weist auf ein salamanderähnliches Thier hin, welches einige Charaktere besass, die es den Eidechsen näher brachten. Durch diese Mischung von Amphibien- und Reptiliencharakteren nähert sich das fossile Thier vielleicht den Labyrinthodonten, welche wir später betrachten werden.

Fig. 190.



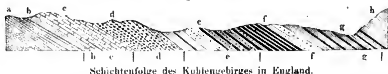
Telerpeton Elginense.

3. Das Steinkohlensystem.

(*Terrain houiller*; *Carboniferous system.*)

Die Schichten dieser Gruppe gehören zu den wichtigsteu für den praktischen Geologen, da man fast überall, wo sie vorkommen, sicher sein kann, dass zwischen den Gesteinen bauwürdige Lager oder Flötze von Steinkohlen vorkommen, auf deren Dasein hauptsächlich in der jetzigen Zeit die Iudustrie und der Reichthum eines Landes beruht. Es ist damit nicht gesagt, dass Steinkohleu nicht auch in auderen Systemen vorkommen könneu; — wir haben schon gesehen, dass in dem devonischen Systeme bauwürdige Lager vorkommen, die zuweileu selbst eine bedeutende Ausdehnung besitzen, wir werden nicht minder in den nachfolgenden Capiteln eine Menge von Beispielen finden, wo Kohlen- §. 421.

Fig. 191.



Schichtenfolge des Kohlengebirges in England.

a Devonische Sandsteine (*Olded sandstone*). *b* Sandstein und Kalkschiefer. *c* Kohlenkalk (*Mountain limestone*). *d* Flötzleerer Sandstein (*Millstone grit*). *e* Untere Kohle mit Eisennieren (*Lower coal and ironstone*) *f* Mittlere Kohle (*Main coal*). *g* Obere Kohle mit Süsswasserkalk (*Upper coal and freshwater limestone*). Diese drei Abtheilungen bilden das productive Kohlengebirge (*Coal measures*). *h* Rothes Todtliegendes (*New red Sandstone*).

flötze in diescu oder jenen Formationen vorkommen, so dass man wohl sageu kann, dass es keine Formation gebe, welche nicht dergleichen Flötze an einzelnen Orten zeige. Das Steinkohlensystem unterscheidet sich von den übrigen nur durch die grosse Menge und das regelmässige Vorkommen der Flötze, sowie durch ihre bedeutende Mächtigkeit und die meistens vortreffliche Qualität der Kohlen. Man uuterscheidet in diesem Systeme zwei sehr weseutlich von einander getrennte Gruppen, den Kohlenkalk (*Calcaire carbonifère*; *Mountain limestone*; Bergkalk) und den Kohlensandstein (*Grès houiller*; *Carboniferous grit*), welcher letztere die gewöhnlich zwischen Schieferthonen eingeschlossenen Kohlenflötze enthält. Der Kohlenkalk bildet die untersten Schichten der Formation und ist offenbar eine Meeresbildung. Man findet in ihm Versteinerungen von Seethieren in grosser Menge, aber nur hier und da Schmitzen von Kohle, welche nicht bauwürdig ist. Der Kohlenkalk ist gewöhnlich grau, blau; seltener weiss oder schwarz, meist dicht, bituminös, stinkend, oft kieselig, bisweilen dolomitisch oder oolithisch und enthält oft Kuauer von Hornsteiu. Gewöhnlich hat er mächtige Schich-

ten, vielfache Zerklüftungen und bildet deshalb schroffe Wände, scharf geschnittene Schluchten und mannigfache Höhlen, die besonders der Auswaschung dolomitischer und thonerdehaltiger Lager ihre Entstehung verdanken. Selten findet sich an seiner Basis Anhydrit, Gyps und Kochsalz. Der Kohlensandstein beginnt oft, besonders in den Binnenmulden, mit groben Conglomeraten und Breccien und geht dann in grauliche, weisse oder gelbliche feste Sandsteine mit kieseligem Bindemittel über, zwischen denen zuweilen Kieselschiefer, besonders in Nordamerika, sich finden. Die Schieferthone sind weich, oft glimmerig, meist braun oder schwarz, seltener roth, und zwischen ihnen kommen oft sehr feste dunkle Thonschiefer, Alaunschiefer und bituminöse Brandschiefer vor. Im Hangenden der Kohlenflötze zeigen sich innerhalb dieser Schiefer an vielen Stellen, besonders in England, Nordamerika, der Pfalz, Lager und Nieren von Thoneisenstein und Sphärosiderit, der neben der Kohle einen wesentlichen Reichthum des Kohlengebirges darstellt. Der Kohlensandstein und Schieferthon enthalten nur selten Reste von Seethieren, dagegen eine Menge Versteinerungen und Abdrücke von Pflanzen und solchen thierischen Geschöpfen, welche in Brackwassern, Sümpfen, sumpfigen Wäldern, Morästen und auf dem trockenen Lande leben. Die eigentlichen Steinkohlenflötze bilden innerhalb dieser Sand- und Thonschichten bestimmte für sich bestehende Schichten und man unterscheidet nach ihrer Gegenwart productives Steinkohlengebirge (*Coal measures*), in welchem Steinkohlenflötze vorkommen, und flötzleeres Gebirge, in welchem dieselben fehlen. Da alle Steinkohlen aus Pflanzen entstanden sind, so haben sich die productiven Schichten des Kohlensystemes offenbar aus Mooren und Torfgründen, sei es auf dem Festlande, sei es am Ufer des Meeres, abgelagert, und man kann je nach der Anwesenheit oder Abwesenheit des rein marinen Kohlenkalkes, welcher den Untergrund bildet, zweierlei Gruppen von Steinkohlenablagerungen unterscheiden: Meeresbecken, an deren Basis der Kohlenkalk entwickelt ist, und Binnenmulden, wo derselbe fehlt.

1. Marine Steinkohlenbecken.

§. 422. **Grossbritannien.** Unter den europäischen Ländern ist England am reichsten ausgestattet worden, da es für sich allein zwei Drittel der Gesammtproduction der Erde liefert. Die Kohlenablagerungen finden sich im Norden und Westen, wo sie auf den Schichten des devonischen Systemes und theilweise auch unmittelbar auf krystallinischen Gebilden aufruhen. Der Zusammenhang der ganzen Kohlengebilde ist an der Oberfläche theils durch gewölbartiges Emporsteigen der devonischen und flötzleeren Schichten, die besonders in der Mitte Englands eine Art Damm bilden, der die schottischen und englischen Becken

Fig. 192.

Geognostische Karte von England.

1 
Krystallinische Gesteine.

2 
Silurisch

3 
Devonisch.

4 
Kohlenform.

5 
Permisch.

6 
Trias.

7 
Jura.

8 
Wealdform.

9 
Kreide.

10 
Tertiär.

11 
Alluvion.

scheidet, theils auch durch Ueberlagerung von späteren Formationen, wie namentlich von der Trias unterbrochen, so dass man verschiedene Becken unterscheiden kann, welche indess in ihrer Zusammensetzung wenig von einander unterschieden sind. In Lancashire erreicht das Kohlengebirge eine Gesammtmächtigkeit von 12000 Fuss, wovon etwa 7000 Fuss auf die productiven Schichten kommen, während der Kohlenkalk in Derbyshire etwa 5000 Fuss mächtig wird.

§. 423. Eines der bedeutendsten Kohlenbecken befindet sich im Süden von Wales, in Caermarthenshire. Es bildet eine längliche, von Ost nach West gerichtete Ellipse, dessen nördliche Gränze überall durch die tieferen Schichteu des devonischen Systemes genau bezeichnet ist, während die südliche Gränze durch den Bristolcanal unterbrochen uud vielfach zerstört ist. Es ist am breitesten in seinem östlichen Ende, wo es vier geographische Meilen Durchmesser hat, während seine grösste Länge von St. Bridesbai bis Pontypool etwa zwanzig geographische Meilen betragen mag. Im ganzen Umkreise des Beckens sieht man den Kohlenkalk, der in unmittelbarer Nähe des alten rothen Sandsteines eine schalenförmige Schieferstructur zeigt, dann compact wird und nach oben durch allmälige Uebergänge in den flötzleeren Sandstein oder *Millstone grit* übergeht, der jedoch nicht sehr mächtig ist und bald in abwechselnde Lager von Thonschiefer und feinkörnigem Sandstein mit untermengten Kohlenlagern sich umwandelt. Die Kohlenflötze selbst sind höchstens 9 Fuss dick; die Kohlen meist von ausgezeichneter Güte, und man hat im Ganzen genommen etwa 95 Fuss bauwürdige Kohlen. Ueber den Kohlenschichten kommen meist noch einige Lager feiukörniger Sandsteine vor, zwischen welchen, wie namentlich bei Shrewsbury, zuweilen einzelne Bänke eines rauhen porösen Kalksteines eiugeschoben sind, der alle Charaktere eines ächten Süsswasserkalkes au sich trägt und in welchem auch wirklich kleine Krebse und Süsswassermuscheln gefunden werden. Zwischen den Thonschiefern der Kohlenflötze liegen mächtige Schichten von thonigem Sphärosiderit, so dass an vielen Orten die ganze Beschickuug der Eisenbochöfen mit Brennmaterial, Erz und Flussmittel unmittelbar aus den Grubenschachten gefördert wird.

Das Becken im Ganzen stellt eine einzige grosse Mulde dar, deren Nordflügel regelmässig ausgebildet ist und nur schwach, mit 10 Grad gegen Süden einfällt, während der Südflügel vielfach gekuickt und gefaltet ist und mit 45 Grad einfällt. Der Ostflügel, der beide verbindet, ist halbkreisförmig und ebenfalls etwa mit 10 Grad Fall gesenkt. Im Inneren der Mulde sind die Flötze und Schichten vielfach zusammengefaltet, zo dass sie eine Menge scharfer Rücken und Falten zeigen, die bald Wellenlinien, bald Zickzacke bilden, die fast genau von Ost nach West streichen.

Das Kohlenbecken von Wales, als dessen äusserste, durch den devonischen Sandstein abgetrennte Theile die kleineren Becken von Bristol etc. betrachtet werden müssen, ist durch eine weite Ausdehnung von devonischen Gebilden, sowie durch überlagernden bunten Sandstein von einem weiten Striche der Kohlenformation getrennt, welcher etwa von Süd nach Nord orientirt, von Nottingham bis gen Derby sich hinzieht. Die Schichten dieser grössten bekannten Kohlenformation Europas fallen im Allgemeinen nach Osten ein, so dass man auf einem Querdurchschnitte von West nach Ost successiv die ganzen Systeme von dem Kohlenkalke bis zu dem Jura durchschreitet. §. 424.

In Derbyshire und Yorkshire, dem südlichsten Theile dieser Kohlenformation, bei Sheffield, Nottingham und Manchester findet sich in der Mitte der Kohlenkalk mächtig in domartig gewölbten Schichten entwickelt, auf welchem ringsum der flötzleere Sandstein aufliegt. Meist ist dieser in seinen unteren Lagen mit Bänken von Thoneisenstein und schwarzen Thonschiefern untermischt, während er oben einen rauhen Sandstein darstellt. Je weiter nach Norden man diese beiden Abtheilungen verfolgt, desto mächtiger wird der Kalkstein, der zuweilen bedeutende Höhlen enthält, und während zugleich der *Millstone grit* sich in seiner ursprünglichen Dicke erhält, werden die eigentlichen Kohlenschichten ganz von der Oberfläche verdrängt und das Becken im Norden von Leeds gänzlich von seiner Fortsetzung in der Nähe von Newcastle abgeschnitten. In dem ganzen Zwischenraume zwischen Leeds und dem Becken von Newcastle ruht der Zechstein des permischen Systemes unmittelbar auf dem flötzleeren Sandsteine.

In dem ganzen südlichen Theile, sowie in dem Becken von Wales, finden sich sehr viele mächtige Eisennierenlager zwischen den Kohlenschichten eingestreut, während im nördlichen Theile bei Newcastle, die Eisennieren von keiner Bedeutung sind. Das ganze Becken ist von vielfachen Verwerfungen durchzogen, die aber meist in zwei grossen Richtungen streichen, von Ost nach West und von Süd nach Nord, so dass gleichsam mehr oder minder quadratische Felder dadurch gebildet werden. Man hat in Folge dieser Verwerfungen dieses Becken oft nicht mit Unrecht einer Masse von Eis verglichen, das durch einen Eisgang gebrochen und dessen Bruchstücke verschieden gehoben, verschoben und dann wieder durch neuen Frost vereinigt wurden. Besonders bekannt ist unter diesen Verwerfungssprüngen der *Ninety-fathom-dyke* bei Newcastle, eine weite, mit Sandstein gefüllte Kluft, die an vielen Orten über 90 Faden (200 Meter) breit ist, nach Norden einfällt und an welcher der nördliche Theil des Kohlenfeldes so in die Tiefe gesunken ist, dass der Zechstein in der Fortsetzung der Kohlenflötze liegt. Die Tiefe, bis zu welcher dieser Theil des Kohlenfeldes sank, also die senkrechte Höhe des Sprunges, wechselt zwischen 200 und 350 Metern.

§. 425. Die grosse Kohlenformation zwischen dem Bristolcanal einerseits und der Tweed andererseits, deren constituirende Glieder wir soeben beschrieben haben, zeigen eine merkwürdige successive Veränderung in ihrem Verhalten. Der Thonschiefer wird allmälig kalkhaltig und wandelt sich nach und nach in eine mächtige Masse eines eigenthümlichen plattenförmigen Kalksteines um. Der flötzleere Sandstein ebenfalls wird, je mehr er an Mächtigkeit zunimmt, um so zusammengesetzter; er enthält Kohlenflötze und bald schieben sich in seine untere Partie Kohlenflötze mit Schiefern und Kalksteinen ein, so dass es fast scheint, als läge das Flötz von Newcastle in weit tieferen Schichten, in den Tiefen des *Millstone grit*, während die südlicheren Kohlen über demselben sich finden.

§. 426. Ganz von den englischen Verhältnissen weicht das Verhalten der Kohlenformation in Irland ab. Dort bildet der Kohlenkalk fast den grössten Theil des Bodens der Insel und zeigt sanfte wellenförmige Biegungen und flache Hügel mit vielen morastigen Thälern. Nur hier und da finden sich in stärkeren Einsenkungen kleine Flecken und Mulden, in welchen unmittelbar auf dem Kohlenkalke zuerst schwarze Schiefer mit *Posidonomya Becheri*, dem deutschen Culm entsprechend, dann grünlichgraue Sandschiefer mit Wurmfährten und darüber Sandsteine und Thonschiefer mit schwachen Kohlenflötzen lagern — sonst ist überall nur das unterste kalkige Glied entwickelt.

In Schottland bildet das Steinkohlengebiet eine von Südwest nach Nordost gerichtete Zone zwischen dem *Firth of Forth*, dem *Firth of Clyde* in einer Breite von 25 englischen Meilen, die vielfach von Grünsteinen und Basalten unterbrochen ist. Der grösste Theil des Beckens ist von unteren kalkigen Sandschiefern und dem darauf liegenden, sehr versteinerungsreichen Kohlenkalke gebildet, in welchem merkwürdiger Weise theils Kohlenlager, theils Süsswasserkalke eingeschlossen sind. Die Kohlen tragen den Namen *Edge coals*. Darüber lagert der flötzleere Sandstein (*Moor-rock*; *Rosslyn-sandstone*) und dann das productive Gebirge (*flat coals*), welches vier Becken bildet, ein grösseres zwischen Glasgow und Falkirk und drei kleinere bei Edinburg, Bockhaven und südöstlich bei Old Cumnock.

§. 427. **Auf dem Continent.** Diejenigen Steinkohlenlagerungen des Continentes, welche offenbar längs den seichten Ufern der Meere in der Kohlenzeit sich bildeten, zeichnen sich, wie die englischen, allgemein durch Entwickelung des Kohlenkalkes mit seinen Resten von Seethieren aus und unterscheiden sich dadurch von den Binnenmulden. Es besitzen diese marinen Steinkohlenbecken des Continentes begreiflicher Weise eine weit bedeutendere Ausdehnung und grössere Regelmässigkeit im Streichen ihrer Schichten, als die Binnenmulden, und man kann daher bei den ersteren mit weit mehr Hoffnung die Fortsetzung der

Kohlenlager in der Richtung der Streichungslinie auch dann suchen, wenn dieselben von späteren Ablagerungen überdeckt wurden. Die Fortsetzung der belgischen Steinkohlen auf französischem Gebiete unter den überdeckenden Schichten der Kreide und der Tertiärablagerungen wurde nach langem Suchen im vorigen Jahrhundert entdeckt und fand sich genau in der Richtung der Streichungslinie. Aehnliche Nachsuchungen könnten auch bei anderen Ablagerungen dieser Art mit Erfolg versucht werden. Doch muss man bei derartigen Nachforschungen wohl bedenken, dass die Anhäufungen von Steinkohlen, welche aus den Sümpfen und Mooren längs der alten Seeküste entstanden sind, naturgemäss oft nur den Rändern und Ausbiegungen der Buchten entlang angehäuft sind, in der Mitte aber fehlen, indem dort zu allen Zeiten Meeresbedeckung vorhanden war.

Treten wir nach dem Continent über, so finden wir ein dem englischen entsprechendes Steinkohlenufer im Norden des rheinischen Uebergangsgebirges und der Ardennen, ein Ufer, das sich mit Unterbrechnngen von Bethune und Valenciennes bis nach Stadtberge in Westphalen hinzieht. Die hauptsächlichste Unterbrechung dieses Ufers findet sich an dem Rheine selbst zwischen Düsseldorf und Jülich, wo ohne Zweifel die Steinkohlenbildungen in bedeutender Tiefe existiren, aber von den Anschwemmungen des Rheins und den jüngeren Formationen gänzlich überdeckt sind. Man kann deshalb zwei wesentliche Becken an diesem Ufer unterscheiden, das belgische Becken, welches mit seinen beiden Endpnnkten einerseits nach Nordfrankreich, andererseits in die Rheinprovinz hineinragt, nnd das westphälische Becken, das gänzlich auf deutschem Boden auf der rechten Seite des Rheines liegt. §. 428.

Belgisches Becken. Das belgische Becken ist vorzüglich am Nordrande der bedeutenden devonischen Gebirgsmasse entwickelt, die längs der Ardennen streicht; seine Gränzen können durch eine Linie bezeichnet werden, die man von Bethune über Tournay, Namur, Lüttich nach Limburg und Aachen zieht. In dieser ganzen Erstreckung behält das Kohlengebirge etwa dieselbe Breite und ist überall von Kohlenkalk begleitet, der namentlich in einem Dreiecke, welches man zwischen Tournay, Peruwelz und Lüttich beschreiben kann, eine grössere Breite zeigt. Ausserdem ist der Kohlenkalk im Westen der devonischen Gebirgsmasse bei Avesnes, im Norden bei Stollberg nnd Eupen, Eschweiler und Aachen, und im Inneren des devonischen Gebiets in einem unregelmässigen Becken entwickelt, als dessen Mittelpunkt die Stadt Dinant gelten kann. Die Schichten der eigentlichen kohlenführenden Gesteine gehen hauptsächlich längs dem Laufe der Sambre und Maas zu Tage; das Sambrethal von Char- §. 429.

leroi bis Namur und das Maasthal von ersterer Stadt an bis Lüttich erstrecken sich gänzlich in die Steinkohlengebilde selbst, die hier an die Oberfläche kommen. Nach Süden hin liegen diese Steinkohlenschichten alle unmittelbar auf den devonischen Gebilden auf, meistens so von dem Kohlenkalke unterteuft, dass derselbe eine Mulde bildet, deren Flügel im Norden und Süden an die Oberfläche kommen; weiter hin nach Norden werden die Kohlengebilde von den Kreideschichten und Tertiärablagerungen Belgiens gänzlich bedeckt und ebenso sinken sie nach Westen hin, je weiter nach Frankreich man vordringt, unter die Kreide- und Tertiärablagerungen des Pariser Beckens hinab, so dass man überall auf französischem Boden erst mittelst Schachten, die bis zu einer gewissen Tiefe durch die Kreide hindurchgetrieben werden müssen, auf das Kohlengebirge gelangt. Ohne Zweifel erstreckt sich die unterirdische Fortsetzung des Kohlengebirges etwa einer Linie entlang, welche man von Bethune nach dem Cap Grisnez ziehen kann, indem dort bei Fergnes neben dem devonischen Gebilde des Bas-Boulonnais, dessen wir schon erwähnten, auch ein kleines Fleckchen von Steinkohle entwickelt ist. Diese unterirdische Fortsetzung aber auszubeuten ist deshalb unthunlich, weil die Mächtigkeit der Schichten, welche in dem Verlaufe der angegebenen Linie die Kohlenlager überdecken, zu bedeutend ist.

Nach Osten hin, in der Nähe von Limburg und Aachen, findet dasselbe Phänomen statt wie in Westen; es werden hier ebenfalls einzelne Becken gebildet, welche theils im Kohlenkalke und im devonischen Systeme eingeklemmt sind, theils auch von den Kreide- und den Tertiärablagerungen so überdeckt werden, dass ihre Fortsetzung nicht weiter nachgewiesen werden kann.

Der Kohlenkalk des belgischen Beckens ist meist blau oder schwärzlich, bietet zuweilen beim Bruche einen stinkenden Geruch und zeigt häufig Adern von weissem Kalkspath. Er ist meistens compact, körnig und wird oft als Marmor ausgebeutet, der schwarz mit weissen Flecken ist, welche Flecken Durchschnitte von Fossilien, namentlich von Enkrinitenstielen, darstellen. Zuweilen enthält der Mamor Dolomite.

Ueber dem Kohlenkalke findet sich an vielen Stellen der Culm, in derselben Weise wie in Westphalen.

Die kohlenführenden Schichten, welche auf diesem Culm liegen und oft die seltsamsten Biegungen zeigen, bestehen hauptsächlich aus schiefrigem Thon, aus festeren Thonschiefern und Sandsteinen. Der Schieferthon ist feinkörnig, weich, von erdigem, mattem Bruche, grauer oder schwarzer Farbe und im Inneren der Gruben oft von grosser Festigkeit. Sehr oft finden sich Glimmerblättchen in seiner Masse. Diese Thonschiefer gehen hier und da in den Sandstein über, der meist

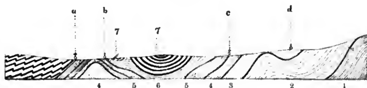
aus feinen Quarzkörnern besteht, die durch wenig Mörtel zusammengehalten sind, und gewöhnlich eine dunkelgraue Farbe hat. Conglomerate oder grobkörnige Sandsteine sind selten. Lager von Eisennieren finden sich häufig zwischen den Thonschiefern, noch öfter aber Eisenund Schwefelkiese.

Die Schichten sind auf der ganzen Länge des belgischen Beckens in solcher Weise zusammengedrückt, dass das Becken wenigstens auf die Hälfte seiner ursprünglichen Breite reducirt ist und eine Menge Winkelfalten und Zickzackbiegungen zeigt, die namentlich auf der südlichen Gränze längs den Ardennen am deutlichsten ausgesprochen sind, so dass eine Menge von sattelförmigen Falten entstehen, welche die tieferen Gebilde zu Tage kommen lassen und die Steinkohlen in einzelne secundäre Becken abtheilen, die fast die Gestalt von Trichtern oder sehr steilen Mulden haben. Dieser Unterschied zwischen den beiden Flügeln der Mulde ist hauptsächlich an den beiden Enden der Kohlenerstreckung bei Aachen einerseits und bei Valenciennes andererseits bemerklich, während in der Mitte bei Mons, Charleroi und Lüttich die Zusammendrückung auf beiden Seiten fast gleichmässig ist. Trotz dieser Verwerfung ist die Erstreckung der Kohlenlager indessen ausserordentlich regelmässig. Verwerfungen, die einigermaassen in das Auge fallen, bemerkt man fast nur in der Gegend von Lüttich, aber auch da erstreckt sich ihr Einfluss nur auf Niveauunterschiede von 5 bis 10, höchst selten 50 Metern. Verwirrungen, Aufhören der Schichten, taube Lücken zwischen denselben finden sich nur selten und stören den Abbau nur in sehr geringem Grade.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Kohlen, je nach der Tiefe, in welcher sie sich finden, verschiedene Eigenschaften haben und dass man sie nach diesen Eigenschaften in drei Stockwerke theilen kann; das unterste Stockwerk enthält magere anthracitartige Steinkohlen, vorzüglich geeignet zum Beschicken der Hochöfen; das mittlere Stockwerk enthält gewöhnlich halbfette Schmiedekohlen, das obere fette Kohlen mit langer Flamme, die vorzugsweise zu Gasanstalten sich eignen. In dem Becken von Lüttich zählt man 85 Steinkohlenlager, von denen das dickste höchstens eine Mächtigkeit von 2 Metern hat. Das untere Stockwerk mit mageren, oft erdigen und kiesigen Steinkohlen zählt 33 Lager, das mittlere Stockwerk 21 Lager halbfetter, das obere 31 Lager ganzfetter Kohlen. Bei Mons zählt man 116 Lager, worunter 15 auf die mageren, 52 auf die fetten und halbfetten Schmiedekohlen gehen, welche man in industrieller Beziehung wieder unterscheidet, indem die unteren 23 Lager hauptsächlich zur Coaksfabrikation, die oberen 29 zu Schmieden gesucht sind; und endlich 50 Lager sogenannter Flenukohlen mit langer Flamme, die in dem oberen Stockwerke sich finden.

§. 430. **Becken von Eschweiler und Rolduc.** In der Nähe von Aachen finden sich zwei kleinere Steinkohlenbecken, von denen dasjenige von Eschweiler ganz, das von Rolduc nur zum Theil zu Deutschland gehört (Fig. 193), und die im Ganzen etwa 7 Quadratmeilen Flächeninhalt einnehmen mögen.

Fig. 193.



Durchschnitt von Aachen nach Montjoie.

a Aachen. *b* Burtscheid. *c* Hahn. *d* Rötger.
1 Aelteste Schiefer. 2 Aeltere Grauwacke. 3 Jüngere Grauwacke (Spiriferensandstein). 4 Eifeler Kalkstein. 5 Obere Grauwacke. 6 Kohlenkalk. 7 Kohlenbecken, links das von Aachen an der Worm', rechts das von Eschweiler.

Das Becken von Rolduc hat eine mehr rundliche Form und ist quer von der Worm durchströmt, dasjenige von Eschweiler streicht ziemlich schmal in der Richtung der Ardennen, so dass auf dem hier gegebenen Durchschnitte nur seine äusserste westliche Spitze betroffen ist. In der Mulde von Rolduc an der Worm sind alle Schichten zickzackförmig in der Art geknickt, dass die nördlichen Flügel der Zickzacke steil fallen, die westlichen dagegen nur sehr sanft. In dem Eschweiler Becken dagegen ist die Biegung fast gleichförmig, wenn auch der östliche, den Ardennen zugewandte Flügel etwas steiler fällt. Man zählt in dem Becken von Eschweiler 46 Kohlenlager, von denen indess nur 15 ausgebeutet werden, die eine vortreffliche fette Steinkohle liefern, welche bei Herstellung besserer Communicationswege hauptsächlich für die Eifel ausserordentlich wichtig werden würden.

§. 431. **Becken an der Ruhr.** Das Ruhrthal in seiner ganzen Länge bezeichnet etwa die Erstreckung des norddeutschen Kohlenbeckens, das jetzt seinen Einfluss mittelst des Rheines bis in den entferntesten Südwesten Deutschlands ausübt. Das Kohlengebirge besteht hier aus vier Gliedern, dem Kohlenkalke, dem Culm, dem flötzleeren Sandsteine und den kohlenführenden Thonschiefern, die in grosser Regelmässigkeit übereinander gelagert sind, so dass man im Süden längs des devonischen Kalkes den Kohlkalk und den Posidonienschiefer, hierauf den flötzleeren Sandstein an der Nordgränze der Steinkohlenlager selbst trifft, die in ihrer weiteren Erstreckung von der westphälischen Kreide überdeckt werden. Im Ganzen fallen die Schichten von Süd nach Nord unter diese Kreide ein. Die Gränze

des ganzen Beckens würde in Westen etwa durch eine Linie bezeichnet, welche man durch Ratingen und Duisburg ziehen kann; die nördliche Gränze zieht in fast gerader Linie von Mühlheim an der Ruhr an Essen, Bokum, Dortmund, Unna vorbei bis nach Stadtberge an der Diemel, wo die weitere östliche Erstreckung von dem Zechstein und den bunten Sandsteinen Mitteldeutschlands überlagert wird. Die nördliche Gränze der unter dem überdeckenden Kreidemergel oft in bedeutender Tiefe erbohrten und aufgeschlossenen Flötze dürften etwa durch Duisburg, Oberhausen, Gelsenkirchen, Gastrop und Dortmund bezeichnet sein. Die südliche Gränze ist nicht so einfach; sie zieht sich von Ratingen nach Ruhrath und bildet dann eine bis gegen Mettmann vorspringende Zunge, die zwischen die devonische Insel von Ratingen und das Grauwackenplateau von Elberfeld eingeklemmt ist. Von Mettmann streicht die südliche Gränze fast in gerader Linie etwas nördlich von Elberfeld und Barmen nach Hagen, Iserlohn und bis in die Gegend von Arnsberg, wo sie plötzlich nach Südosten zurückspringt und eine zweite Zunge bildet, die fast das Ufer der Lenne bei Neuenrade erreicht. Von hier streicht dann die Linie wieder in der ursprünglichen, fast östlichen Richtung über Allendorf, Meschede, Brilon und Bleiwasch, um bei Stadtberge mit der nördlichen Gränze zusammen zu treffen. Die einzelnen Gebilde sind in diesem Becken nicht gleichmässig abgelagert. Der Kohlenkalk und die ihm entsprechende Schieferformation bilden ein langes schmales Band längs der südlichen Gränze, das um so breiter wird, je mehr nach Osten man es verfolgt, und namentlich bei Arnsberg und Stadtberge eine bedeutendere Breite zeigt. Der ächte Kohlenkalk ist fast nur im Westen, in der Gegend von Ratingen, entwickelt; weiter nach Osten hin wird die Bildung schieferig und enthält Zwischenlager und Nieren von Thonschiefer, Alaunschiefer, Kieselschiefer und Thoneisenstein. In diesen Schiefern, die man früher zu dem devonischen Systeme rechnete, die aber bei Limbeck unweit Elberfeld dem Kohlenkalke aufgelagert sind, und welche jetzt allgemein mit dem bergmännischen Namen Culm bezeichnet werden, ist besonders *Posidonomya Becheri* ausserordentlich häufig, weshalb man sie auch Posidonienschiefer genannt hat. Es erstrecken sich diese Schiefer auch längs des Ostrandes des rheinischen Uebergangsgebirges von Stadtberge bis Herborn und Giessen und lassen so die Vermuthung aufkommen, dass auch längs dieses Ostrandes Steinkohlenflötze unter den bedeckenden Zechsteinen und bunten Sandsteinen entwickelt sein möchten. Im Westen liegt auf dem Kohlenkalk und den Posidonienschiefern in weit bedeutenderer Mächtigkeit der grauliche, feinkörnige, zuweilen thonige, flötzleere Sandstein, der meistens zu Bausteinen verwendet wird und im Osten ganz allein die nördliche Fläche des Beckens bildet, so dass östlich von einer durch Schwerte und Dortmund gezogenen Linie keine Kohlen mehr vorkommen, und die Ruhr von Westhofen an östlich nur

in tieferen kohlenleeren Gebilden läuft, während von Herdecke bis nach Mühlheim das Ruhrthal fast nur in den einzelnen Steinkohlenbecken ausgegraben ist, die durch verschiedene schmale, nordöstlich streichende Sattelrücken der flötzleeren Sandsteine von einander abgetheilt sind. Innerhalb dieser einzelnen Becken zeigen die Steinkohlenflötze eine muldenförmige Schichtenstellung mit meist gleichförmigem Fallen und wenigen Verwerfungen, die nur in der Gegend von Werden bemerkbarer sind. Die Steinkohlenflötze selbst sind zwischen feinspaltenden dunkeln Thonschiefern abgelagert, die mit feinkörnigen oder groben blaugrauen Sandsteinen wechseln. Ihre Mächtigkeit schwankt sehr — Flötze unter 15 Zoll gelten für unbauwürdig; das dickste Flötz hat bei Essen 15 Fuss Dicke, aber mit Zwischenlagerung von Thonschmitzen und Schieferthon, so dass nirgends mehr als 5 Fuss ganz reine Kohle vorkommen. Diejenigen Flötze, welche zur Ausbeutung mächtig genug sind, liefern meist eine vortreffliche fette Kohle, die allen Bedürfnissen der Industrie auf das Vollständigste genügt. An vielen Orten, wie z. B. bei Essen, sind die Schachte bis in bedeutende Tiefe durch die das Kohlengebilde im Norden überdeckenden Kreideschichten des westphälischen Beckens hindurchgetrieben worden. Es beträgt hier die Gesammtdicke der kohlenführenden Schichten etwa 560 Fuss, worin 50 bauwürdige Kohlenflötze von einer Gesammtmächtigkeit von 151½ Fuss und 21 unbauwürdige Flötze von 23 Fuss Mächtigkeit im Ganzen.

§. 432. **Bei Ibbenbühren.** Bei Ibbenbühren im Osnabrückischen kommt ein kleines Inselchen von Steinkohlengebilden vor, welches fast in der Streichungslinie des Ruhrbeckens liegt und ringsum von domartig erhobenen Schichten umgeben ist, die aus der westphälischen Kreide hervorragen und eine isolirte Erhebung anzeigen, welche die tieferen Gebilde auf die Oberfläche gebracht hat. Es ist wahrscheinlich, dass dieser kleine isolirte Fleck, dem noch am Piesberge bei Osnabrück selbst ein Inselchen entspricht, eine Fortsetzung im Osten anzeigt und dass ein unterirdischer Zusammenhang mit dem Ruhrkohlenbecken existirt, der aber gewiss durch ungemein mächtige Massen jüngerer Gebilde überlagert ist. Die Flötze sind gering an Zahl, wenig mächtig und die Kohle ganz mager, fast Anthracit.

§. 433. **Am Harze.** Verfolgt man die Steinkohlenbildung auf deutschem Gebiete weiter nach Osten, so trifft man erst in der Umgebung des Harzes wieder einige höchst unbedeutende Flecken von Steinkohlengebilden, die zudem mit dem Rothliegenden des permischen Systemes so verwachsen scheinen, dass eine Trennung kaum möglich ist. Zunächst an dem Harze findet sich an dem südöstlichen Saume bei Ilfeld, Neustadt und Ballenstedt ein weiter nicht ausgebildetes unbedeutendes Steinkohlengebiet, welches aus grauen Schieferthonen und eingelagerten,

wenig mächtigen Steinkohlenschichten besteht, die zwischen Einbuchtungen der älteren Grauwacke eingeklemmt sind. Dass diese kleinen Steinkohlenschmitzen am Harze marine Becken sind, geht daraus hervor, dass sie überall auf Posidonienschiefern lagern, die mit mächtigen Grauwackensandsteinen wechsellagern, in welchen Pflanzenversteinerungen vorkommen. Auch enthalten diese Posidonienbildungen die Silbergänge von Clausthal. Als eine Fortsetzung dieses von dem Rothliegenden überdeckten Steinkohlengebildes tritt noch einmal bei Wettin und Löbejün, unweit Halle (siehe die Karte des Harzes und Thüringer Waldes Fig. 285, S. 372), eine geringe Steinkohlenbildung hervor, die ihren Versteinerungen nach unzweifelhaft zu dem ächten Steinkohlensysteme gehört, aber von dem Rothliegenden ebenfalls verdeckt und von Porphyren so durchbrochen ist, dass ihre Lagerung nur schwer erkannt werden kann. Ob die am Aussenrande des Fichtelgebirges, Thüringer und Böhmer Waldes bei Eisfeld, Kronach und Erbendorf gelegenen sehr unbedeutenden Kohlenschmitzen ebenfalls dieser Bildung oder nicht vielmehr den Binnenmulden zuzuschreiben seien, ist noch nicht völlig ausgemacht.

Im Osten Deutschlands. Niederschlesisches Becken. Oberschlesisches Becken. Ganz im Osten Deutschlands findet man wieder mehre marine Becken in Schlesien, die vielleicht ursprünglich zusammengehört haben dürften, jetzt aber in mehre Becken geschieden werden müssen: Das niederschlesische in der Umgegend von Waldenburg in der Grafschaft Glatz, in der Mulde zwischen dem Riesengebirge, den Sudeten und dem Eulengebirge, das oberschlesische bei Beuthen und Myslowitz, Rybnik, Oderberg und Mährisch-Ostrau in der Nähe der Karpathen. Die Grundlage dieser schlesischen Becken wird vom Kohlenkalke und vom Culm gebildet, so dass also, wenn man diese verschiedenen marinen Becken zusammenfasst, man zu der Annahme geleitet wird, dass zur Kohlenzeit im Norden Deutschlands ein Meer existirte, dessen Ufer sich längs des rheinischen Schiefergebirges und des Harzes nach der Oberlausitz, dem Riesengebirge und den Sudeten hinzogen. §. 434.

Das niederschlesische Becken ruht auf den Glimmerschiefern und Uebergangsgebilden des Riesengebirges, Eulengebirges und der Sudeten, ist theilweise durch rothen Sandstein und Tertiärgebilde überdeckt, und die Schichtung an vielen Orten durch Durchbrüche, namentlich von Porphyren, gestört. Vorherrschend sind im Steinkohlengebilde selbst Sandsteine und Conglomerate von Kieselmassen, deren Bindemittel ein Eisenthon ist. Der feinkörnige Sandstein ist meist hellgelb, zuweilen selbst weiss, öfter gefleckt oder gestreift. Ausserdem findet sich viel Schieferthon, bläulich oder aschgrau, mit glänzenden Glimmerblättchen. Im Allgemeinen sind im waldenburgischen Kohlengebirge Eisen-

theile selten, und es ist im ganzen Reviere kein einziges bauwürdiges Flötz von Eisennieren bekannt.

Die Kohle ist meist vortrefflich, aber nur in dünnen Schichten abgelagert, von einigen Zollen bis höchstens zu drei Lachtern; im letzteren Falle aber zeigen stets thonige Zwischenlager eine Zusammensetzung aus mehren Schichten an, so dass im Allgemeinen kein reines Kohlenflötz von mehr als $1^1/_2$ Lachter Dicke bekannt ist. Die Schichten sind meist unter 18 bis 20 Grad geneigt, Verwerfungen rein locale Erscheinungen.

Schwefelkies ist eine häufige Erscheinung in den Steinkohlen des Waldenburger Revieres und dadurch bedingte Selbstentzündungen und Grubenbrände durchaus gewöhnlich. Bekannt ist der Brand der sogenannten Fuchsgrube bei Waldenburg, der schon seit 1798 dauert. Diese herrliche Grube hat 19 Flötze, wovon 14 bauwürdig sind und worunter sich mehre von mehr als einem Lachter Mächtigkeit befinden. Das oberschlesische Becken zeigt keine specielle Verschiedenheit; es mag über hundert Quadratmeilen Flächeninhalt haben und zeigt an einigen Orten bei hundert Fuss reiner Steinkohle in neun Flötze vertheilt, ja bei Dombrowo in Polen ein einzelnes Flötz von 56 Fuss Mächtigkeit.

§. 435. **In Russland** (siehe Fig. 84, S. 235, die Karte des östlichen Europas) nehmen die Steinkohlengebilde einen ungeheuren Raum ein, der sich als langes Band von dem Ufer des Weissen Meeres längs der Ostgränze der devonischen Gebilde hinzieht, bei seinem Verlaufe von Nord nach Süd stets breiter wird und in der Gegend von Moskau, dem einspringenden Winkel des devonischen Systemes entsprechend, keulenförmig anschwillt und so die Existenz eines von West nach Ost streichenden Schenkels anzeigt, dessen Fortsetzung aber durch Ueberlagerung von Jura-, Kreide- und Tertiärschichten vollkommen verdeckt ist. Als letzter Ausläufer dieses Schenkels zeigt sich ein kleines Steinkohlenbecken an dem Ufer der Wolga, in der Nähe von Stauropol. In dem ganzen Raume dieser Ausdehnung fallen die Schichten, wenn auch mit sehr geringer Neigung gegen Osten hin, ein, und ihre Combination würde ein Becken bilden, dessen tiefster Mittelpunkt etwa in der Gegend von Perm gelegen wäre. Auf dem ganzen weiten Raume bis zum Ural aber sind die Kohlenschichten von dem permischen und jurassischen System überdeckt. Für ihre Fortsetzung in der Tiefe sprechen indess zwei specielle Erscheinungen. Der ganze Ural nämlich ist auf seinem Westabhange von einem schmalen Striche aufgerichteter Kohlenkalkschichten eingefasst, die ganz in derselben Weise wie an der Ruhr und Maas steile Abstürze mit Höhlen und pittoresken Felsenformen längs den Ufern der Flüsse bilden, welche aus dem Gebirge hervorbrechen. Alle diese Schichten fallen nach Westen hin ein, bilden

also den steileren Gegenflügel des östlichen Kohlenstriches; ferner wird die unterirdische Fortsetzung dadurch ausser Zweifel gesetzt, dass die devonische Erhebungslinie des Timangebirges, welches das Petschoraland von dem übrigen russischen Continente trennt, auf beiden Seiten von schmalen erhobenen Schichten von Kohlenkalk eingefasst ist, die von dieser Erhebungslinie nach Ost und West abfallen und offenbar Stücke sind, welche durch die Erhebung aus der Tiefe hervorgebracht wurden. Nach Süden hin scheint das Steinkohlengebilde ebenfalls unter den überlagernden Massen durchzugreifen, so dass im Norden des Asowschen Meeres noch ein isolirtes Becken an dem Donetz vorkommt, welches einzig einige bauwürdige Flötze von Steinkohlen enthält. Auf der ganzen übrigen Erstreckung der Steinkohlengebilde in Russland sind diese nämlich einzig aus marinem Kohlenkalke gebildet, der, wie in Irland, durchaus keine Steinkohlenlager, sondern nur hier und da einige Schmitzen unreiner, sandiger und kiesiger Kohle und verkieselte Pflanzen enthält. Der Kohlenkalk ist dagegen in ungemein mächtigen Ablagerungen entwickelt, die man in drei Stockwerke geschieden hat. Das unterste Stockwerk, namentlich im Waldaigebirge ausgebildet, besteht aus dunkelgrauem bituminösen Sandstein, der mit Sand, Mergel und Thonschiefern wechsellagert und als charakteristische Versteinerung *Stigmaria ficoides* und *Productus giganteus* enthält. Das mittlere Stockwerk, hauptsächlich in der Gegend von Moskau ausgebildet, besteht aus weissen dolomitischen Kalksteinen, wechsellagernd mit rothen und grünen Mergeln, Schiefern und Quarzitlagern; seine charakteristische Versteinerung ist *Spirifer mosquensis*; die obersten Lager endlich werden von grauen weichen Sandsteinen gebildet, in denen einzelne Schichten oft ganz aus *Fusulina cylindrica* zusammengesetzt sind.

In **Nordamerika** sind die durchaus marinen Steinkohlen, wie schon früher bemerkt, in drei kolossalen Becken abgelagert, welche überall von dem devonischen Systeme umfasst sind und Depressionen innerhalb des grossen silurischen Gebietes einnehmen, das eine Breite von 700 englischen Meilen und ebenso grosse Länge besitzt. Die Faltungen und Biegungen der silurischen und devonischen Systeme erscheinen am deutlichsten auf einem Querschnitte, den man durch Cincinnati in der Weise legen kann, dass er von dem Mississippi bis zu den Alleghanies die mittlere silurische Insel von Kentucky und die beiden grössten Kohlenbecken durchschneidet (Fig. 194 a. f. S.). §. 436.

Das grösste nordamerikanische Becken erstreckt sich in einer Länge von 600 englischen Meilen von der Südspitze der Alleghanies in dem Staate Tennessee bis zu der nordöstlichen Ecke des Staates Pennsylvanien, wo sich viele einzelne untergeordnete inselartige Becken finden, die auf den devonischen Gebilden des Staates Newyork aufgelagert sind. Das

Becken hat die Gestalt einer langgezogenen unregelmässigen Ellipse, seine grösste Breite beträgt 170 englische Meilen und seine Gesammtfläche kann auf 60000 Quadratmeilen geschätzt werden. Man hat es

Fig. 194.



Durchschnitt des nordamerikanischen Continentes zwischen den Alleghanies und dem Mississippi.

a Mississippi. *b* Cincinnati. *c* Alleghanies. 1 Silurisches System. 2 Devonisches System. 3 Kohlenkalk. 4 Steinkohlenbecken.

mit dem Namen des Apalachischen Kohlenfeldes bezeichnet. Fast alle seine Gewässer strömen in den Ohio, an dessen Ufer Pittsburg den Centralpunkt der Ausbeutung und industriellen Verwerthung des Beckens bildet. Der Kohlenkalk tritt nur in dem südlichen Theile dieses Beckens in einem äusserst schmalen Streifen zu Tage, der sich schlingenförmig um den Rand herum biegt; der ganze östliche Saum, welcher die Vorberge der Alleghanies bildet, ist vielfach verworfen und zerrissen, so dass die Kohlenlager sogar oft überstürzt sind. Nach Westen zu dagegen liegen die Schichten immer mehr horizontal oder wenigstens nur sehr schwach von der silurischen Erhebung Kentuckys abfallend. Mit dieser Umänderung der Schichtenlagerung hält auch die Veränderung der Steinkohle gleichen Schritt. Im Westen des Beckens finden sich nämlich fette Steinkohlen, die bei der Annäherung an die Alleghanies stets magerer werden und endlich ganz in der Nähe des Gebirges in förmlichen Anthracit übergehen. Eine Umänderung, welche darauf hinzudeuten scheint, dass sie durch die Hebung des Gebirges selbst bewirkt worden sei, die aber deshalb besonders wichtig ist, weil dort jene Petroleumquellen gefunden wurden, die jetzt so bedeutend geworden sind.

§. 437. Das Becken von Illinois und Missouri, dessen grosse Axe 360 englische Meilen lang ist, während die kurze Axe über 100 englische Meilen hält, nimmt eine Fläche von ungefähr 50000 Quadratmeilen ein. Das Thal des Mississippi durchschneidet es im Westen. Es erstreckt sich östlich vom Mississippi über einen grossen Theil von Illinois, Indiana und Kentucky und westlich längs des Stromes über Theile von Jowa, Missouri, Kansas und Arkansas. Dieses Becken wird durch fast horizontale Ablagerungen gebildet und enthält Lager von

fetten Steinkohlen, die besonders in dem Ohiothale ausgebentet werden. Es ist ebenso, wie das folgende, gänzlich von Kohlenkalk umsäumt.

Das dritte Becken ist das von Michigan, dessen Fläche 5000 Quadratmeilen enthält; es wird von denselben Ablagerungen gebildet, wie die beiden vorigen, aber man kennt in demselben bis jetzt noch keine Kohlenflötze von einiger Wichtigkeit. §. 438.

Ein viertes Becken findet sich in dem vorspringenden Theile von Neu-Braunschweig im Süden des St. Lorenzstromes, anfgelagert und eingeklemmt zwischen den granitischen Gebilden von Neu-Schottland und Neu-Braunschweig. Die dreieckige Gestalt dieses Beckens, dessen Schichten nach dem Meere hin einfallen und das etwa 18000 Quadratmeilen fasst, lässt es als den Flügel einer Mulde betrachten, deren grösster Theil unter dem Meere liegt und die, wie das Becken von Michigan, sehr arm an Steinkohlen erscheint. §. 439.

Ein kaum 1000 englische Quadratmeilen fassendes Becken findet sich an der Küste von Rhode-Island, ein anderes, wenig bekanntes, in Texas.

Die Gesammtoberfläche der nordamerikanischen Kohlenbecken mag etwa 160000 englische Quadratmeilen betragen, ihr Reichthum scheint wahrhaft unerschöpflich und die Ausbeutung um so leichter, als besonders die zwei grösseren Kohlenbecken bedeutende schiffbare Flüsse besitzen, an welche die Kohlenflötze unmittelbar herantreten. So besitzt das Apalachische Kohlenfeld drei grosse schiffbare Flüsse, den Monongahela, den Alleghani nnd den Ohio, in den die beiden ersteren münden, und überall sieht man in diesen Flussthälern an den Abhängen der Hügel nnd im Grunde der Thäler mächtige, zuweilen 10 Fuss dicke Lager von Kohlen hervortreten, die nicht einmal bergmännisch, sondern in Steinbrüchen ausgebentet werden. Da das Fabrikwesen nur an einzelnen Centralpnnkten entwickelt, der Boden mit Urwald an vielen Stellen bedeckt ist, so ist es ganz natürlich, dass die einzelnen Kohlenflötze noch nicht mit solcher Genauigkeit erforscht sind, wie in den Districten Europas, und dass mit dem Fortschreiten der Civilisation stets nene Hülfsquellen entdeckt werden müssen. Ein einziges Flötz, das sogenannte Pittsburger Flötz, welches an dem rechten Ufer des Ohio bei Pittsburg, 10 Fuss mächtig, zn Tage tritt, nimmt eine elliptische Fläche ein, deren Längendurchmesser 225, der Breitedurchmesser 100 englische Meilen beträgt, so dass man den Quadratinhalt auf 14000 englische Meilen schätzt. §. 440.

Die Lagernng und Natur der Gesteine ist dieselbe wie in den europäischen Kohlenfeldern. Der Kohlenkalk ist grau oder gelblich, in seinen oberen Theilen oft dolomitisch und deshalb reichlich mit Höhlen

versehen. In den unteren Theilen finden sich viele Kieselconcretionen und ganz an der Basis Sandsteine und Conglomerate, die mit Thonschiefern wechseln und allmälig durch Aufnahme von Kalkknollen in die reinen Kalkschichten übergehen. Auf dem Kohlenkalke liegt der flötzleere, bald gröbere, bald feinere Sandstein, der nach oben hin mit Thonschiefern wechsellagert, zwischen welchen die Steinkohlenflötze eingeschlossen sind. Die Lager von Eisennieren sind weit weniger häufig als in England. Die Mächtigkeit der productiven Kohlenformation mag etwa 3000 Fuss betragen, die Mächtigkeit der Schichten zusammengenommen höchstens 120 Fuss.

2. Binnenmulden.

§. 441. **Allgemeine Charaktere.** Wie schon oben bemerkt, fehlt in diesen Binnenmulden der Kohlenkalk oder der ihn vertretende Posidonienschiefer durchaus, so dass die Gesteinsfolge mit dem flötzleeren Sandsteine beginnt, der an seiner Basis gewöhnlich von mächtigen Conglomeraten gebildet wird, die aus der Zerstörung der unterliegenden Gesteine hervorgehen. Häufig liegen diese Binnenmulden unmittelbar auf den granitischen Gesteinen auf, während in anderen Fällen die Gesteinsfolge der silurischen und devonischen Systeme an ihrer Basis vollkommen entwickelt ist. Die Zusammenknickungen, Verwerfungen und Unregelmässigkeiten in der Lagerung sowie in der Erstreckung der Schichten kommen in diesen Becken weit häufiger vor als in den Marinebecken, so dass ihre Ausbeute stets mit grösseren bergmännischen Schwierigkeiten verbunden ist.

§. 442. **Pfälzisches Kohlenbecken.** Die grösste Binnenmulde Deutschlands ist das pfälzische Kohlenbecken (Fig. 195), welches längs des südlichen Fusses des Hundsrücks in schief nordöstlicher Richtung zwischen Saarbrück und Kreuznach in einer Länge von 25 Stunden auf 5 bis 7 Stunden Breite sich hinzieht.

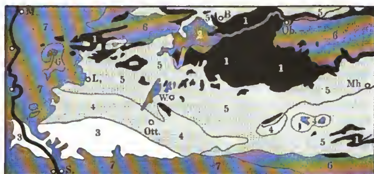
Erst die Untersuchungen der neueren Zeit haben Aufschluss über die Schichtenfolge gegeben, welche früher missverstanden wurde, indem man einen grossen Theil von Schichten dem Kohlengebirge zurechnete, welche den Forschungen von Dr. Weiss zufolge, dessen Güte ich die Skizze der Karte verdanke, zur Dyas gehören.

Die Schichtenfolge ruht nach Norden hin längs einer fast geraden Linie, die von Bingen über Kirn bis gegen Merzig hin gezogen werden kann, auf den devonischen Schiefern des Hundsrück auf und ist im Süden ebenfalls längs einer geraden Linie zwischen Kirchheimbolanden und Saarbrück vom Rothliegenden und bunten Sandstein, östlich zwischen Kreuznach und Kirchheimbolanden von dem Mainzer Tertiär-

becken, westlich dem Laufe der Saar nach vom bunten Sandsteine überdeckt. Das productive Steinkohlengebirge (3), aus Conglomeraten, Sandsteinen und Thonschiefern gebildet, findet sich nur in der südwestlichen Ecke des Beckens in Form eines Dreiecks, dessen westliche

Fig. 195.

Karte des Saarbrücker Kohlenbeckens.





M. Merzig. S. Saarbrück und St. Johann. Dazwischen am Laufe der Saar nördlich Rehlingen, südlich Saarlouis. L. Leebach. B. Birkenfeld. Ob. Oberstein — beide an der Nahe. W. St. Wendel. Ott. Ottweiler. Mh. Meisenheim am Ufer der Glan.

Spitze bei Neukirchen sich findet, während die kurze Basis zwischen Saarbrücken und Bons die Saar noch um ein Geringes überschreitet. Auf diesem lagert nach Norden hin der flötzleere Sandstein (4), der an der Glan bei Cosel und bei Oberweiler einige schmale Kohlenschmitzen enthält, welche zum Kalkbrennen benutzt werden. Die Gränze dieses Gebildes, womit die Kalkformation abschliesst, wird etwa von einer Linie gegeben, die man von Saarlouis über Ottweiler hinaus ziehen kann. Nördlich von dem Kohlengebilde breiten sich mächtige Lager aus, die Lebacher Schichten genannt, ausgezeichnet durch ihre vielen, in Knollen von Thoneisenstein eingeschlossenen Fossilien, welche der unteren Dyas angehören, und die vielfach von Melaphyren und Porphyren durchbrochen sind. Auch im productiven Gebiete hat man

einige Porphyrgänge bei Dudweiler und Bexbach beobachtet, welche Verwerfungen längs der Südgränze verursacht haben, an der im Uebrigen die Flötze fast parallel mit der Gränzlinie zu Tage gehen, so dass eine Verfolgung derselben nach Süden unter dem bunten Sandsteine kein Gelingen in Aussicht stellt.

Die Mächtigkeit des productiven Steinkohlengebirges mag etwa 10000 Fuss, diejenige der bis jetzt aufgeschlossenen, etwa 80 bauwürdigen Flötze (ein Flötz wird mit 18 Zoll Mächtigkeit im Allgemeinen bauwürdig) im Durchschnitte 300 Fuss betragen. Man hat einen liegenden und einen hangenden Zug unter den Flötzen unterschieden — ersterer, etwa $1^1/_2$ deutsche Meilen laug, streicht von Dudweiler bis Neukirch, liefert die fettesten Kohlen und enthält eines der mächtigsten, überhaupt bekannten Flötze, Blücher, von 10 bis 15 Fuss Mächtigkeit, auf dessen Ausgange sich bei Dudweiler der brennende Berg befindet. Die Kohle im Inneren brennt trotz aller Gegenarbeiten langsam seit Menschenaltern fort und der Brand erwärmt die Erde zu einem natürlichen Wintergarten. Die Kohle des liegenden Zuges ist weit fetter als die des hangenden; sie ist sehr fest und für Locomotiven, Flammfeuer und Gasbereitung sehr gesucht. Eisenbahnen und der neue Saarcanal befördern den Vertrieb, welcher im Jahre 1865 der preussischen Regierung über eine Million Thaler Gewinn abwarf.

§. 443. **Am Schwarzwalde.** Im südwestlichen Deutschland kennen wir nur einige sehr unbedeutende Flecken von Kohlenschichten, welche hier und da in der Umgebung des Schwarzwaldes meistens auf dem Granit und Gneiss selbst auflagernd sich vorfinden. Solche unbedeutende Flecken, deren Ausdehnung meist kaum ermittelt ist, finden sich in der Nähe von Baden im Kinzigthale bei Zunzweiler, wo nur ein Paar achtzöllige Flötze aufgefunden wurden, und bei Berghaupten unweit Offenburg wo zwei Kohlenflötze in senkrechter Stellung in einer Falte des Gneisses eingeschlossen sind und nur Authracitkohlen geben. Auch bei Schramberg kommt ein Kohlenflötz in mehr horizontaler Lage vor, während bei Oppenau, Lahr, Badenweiler und Lenzkirch nur flötzleere Culmgebilde gefunden wurden. Es entsprechen ihnen einzelne kleine Ablagerungen an den Vogesen, wie z. B. bei Ronchamps, so dass es nicht unwahrscheinlich wird, dass Schwarzwald und Vogesen von einem Kranze von Kohlengebilden umgeben waren, die indessen nur in wenigen Fetzen erhalten sind.

§. 444. **In Sachsen.** Weiter nach Westen hin finden wir in Sachsen, in der langen von Südwest nach Nordost orientirten Mulde, die sich zwischen dem Erzgebirge und dem sächsischen Mittelgebirge hinzieht, verschiedene Fetzen von Kohlengebilden, welche südlich bei Zwickau an dem Ende der Mulde zuerst hervortreten, dann zwischen

dem Dorfe Borna, nördlich von Chemnitz, längs des Nordrandes der Mulde einen vielfach unterbrochenen Zug bilden, der sich bis nach Frankenberg hin erstreckt, und endlich in einem bedentenderen Becken auftauchen, das in der Umgegend von Hainichen und Pappendorf ausgebreitet ist. Man hat in diesen verschiedenen Kohlenlagern zwei Formationen unterscheiden wollen, je nachdem eine innigere Verbindung in der Lagernng, sei es mit den älteren Uebergangsgebilden, auf denen sie ruhen, sei es mit dem überdeckenden Rothliegenden des permischen Systemes, nachgewiesen werden konnte. Es geht aber gewiss aus der Gliederung des ganzen Gebirges hervor, dass hier nur locale Verhältnisse obwalteten, und dass das Ganze einem einzigen der Steinkohlenzeit angehörigen Zuge zuzutheilen ist. Bei Zwickau findet sich ein kleines länglich rundes, an den Enden znsammengedrücktes Becken, welches von der Mulde durchbrochen wird und das in seiner grössten Länge dreiviertel Stunden, in der grössten Breite eine viertel Stunde zeigt. Die Schichten fallen nur sehr flach mit 10 bis 15 Grad gegen Norden und Nordwesten ein, wo sie von den Ablagerungen des Rothliegenden überdeckt werden, und zeigen im Ganzen eine sehr regelmässige Lagerung. Der Schieferthon ist das vorherrschende Gestein, der Kohlensandstein findet sich hauptsächlich nur an der Basis und zeigt öfters eine schieferige Beschaffenheit und einen grossen Reichthum an Glimmer; an einigen Orten findet man Conglomerate, die offenbar aus zerstörten Thonschiefern nnd Grauwacken der unterliegenden älteren Schichten bestehen. Eisennieren sind ziemlich häufig, auch Brandschiefer sind nicht selten. Durch vielfache Selbstentzündung von Eisenkiesen sind bedeutende Brände in den Gebirgen entstanden, die sogar Einsenkungen und Brüche der überliegenden Schichten veranlasst haben. Man hat an einzelnen Orten bis zu neun Kohlenflötze gefunden, die eine totale Mächtigkeit von 60 bis 80 Fuss besitzen, während die Zwischenlager von Schieferthon und Sandstein bis zu 400 Fnss Mächtigkeit anwachsen mögen. Besonders ausgebeutet werden diejenigen Flötze, welche sogenannte Pechkohlen liefern.

Die Hainicher Mnlde, die wir noch besonders erwähnen, indem sie die Nordspitze der ganzen Bildung ausmacht, erstreckt sich von Gossberg bis nach Berthelsdorf in einer Länge von anderthalb Meilen und einer Breite von einer halben Meile; ihre Basis wird von einem Conglomerate gebildet, von dunkler, meist graner oder schwarzer Farbe, das aus verschiedenen Bruchstücken des Schiefergebirges zusammengesetzt ist, die durch feinzermalmte schieferige Massen wieder zusammengebacken sind. Ueber diesen Conglomeraten entwickelt sich allmälig ein granlichweisser, feinkörniger, weicher Sandstein, der die Kohlenflötze, in Schieferthon eingeschlossen, enthält. Man betrachtet diese Gesteine jetzt als der Culmformation zugehörig. Die Mächtigkeit des sehr unregelmässig aufgeschütteten Conglomerates soll an ein-

zelnen Orten bis zu 2000 Fuss betragen, während man den Sandstein und Schieferthon auf etwa 1000 Fuss Mächtigkeit anschlagen kann. Das Ganze scheint eine Mulde zu bilden, die gegen Südwesten nach Hainichen zu geöffnet ist, und deren weitere, in ihrem Zusammenhange verdeckte Flügel bei Frankeuberg und Borna sowie bei Gükkelsberg hervortreten. Der Sandsteiu nimmt nur einen sehr geringen Raum in der Umgegend von Hainichen ein, wo ein einziges Kohlenwerk sich findet, auf dem man drei Flötze einer mageren unreinen Schieferkohle abbaut, die hauptsächlich nur zum Kalkbrennen verwendet wird.

An dem Nordrande des Erzgebirges tritt zwischen Dresden und Tharand das Kohlengebirge in einem kleinen Becken bei Potschappel und Düben hervor. Dieses Becken, dessen Länge etwa von Nordwest nach Südost orientirt ist, beträgt in dieser grössten Erstreckung etwa 21000 Fuss und hat nur durch seine Lagerung in der Nähe von Dresden und an dem nördlichen Abhange des Erzgebirges einiges Interesse. Die Fortsetzung der Steinkohlenschichten bis an den Rand der Gneissschichten des Erzgebirges ist zwar durch Bohrversuche und bergmännische Arbeiten nachgewiesen, aber durch das Rothliegende verdeckt, so dass sie nicht zu Tage tritt. Die Gesteine bestehen aus Conglomeraten von Porphyr an der Basis, wodurch so wie durch die Lagerung nachgewiesen ist, dass das Steinkohlengebirge jünger als der Porphyr in der Gegend von Wilsdruf ist. Ueber diesen Conglomeraten lagern Sandsteine, Schieferthone und Thonsteine zuweilen mit untergeordneten Schichten von dolomitischem Kalk und Hornstein. Man kennt drei Hauptflötze, von welchen das grösste hier und da bis zu 20 Ellen Mächtigkeit haben soll, und vor den übrigen besonders ausgebeutet wird. Dieses Flötz liefert im Durchschnitte eine unreine Kohle, unter welcher nur 8 bis 10 Procent als Schmiedekohle ausgebeutet werden können, während die übrigen nur zum Kalkbrennen verwendbar sind; nichtsdestoweniger hat dieses kleine Becken für den nördlichen und östlichen Theil von Sachsen eine eben so grosse Bedeutung wie das Becken bei Zwickau für den südwestlichen.

§. 445. **In Böhmen.** Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Steinkohlenmulden Böhmens, das nächst Belgien das am reichsten ausgestattete Land des Continentes bildet. Man kann hier zwei verschiedene Formationen unterscheiden. Im Inneren des früher beschriebenen silurischen Beckens finden sich in einzelnen Depressionen getrennte Kohlenmulden bei Pilsen, Radnitz, Zebrak, Beraun und Manetin, welche zwischen die silurischen Schichten gleichsam eingeklemmt erscheinen und von denen das Becken bei Pilsen das bedeutendste ist. Dann aber erstreckt sich an dem Nordrande des silurischen Beckens eine sehr bedeutende Kohlenbildung, deren südliche Gränze von Rabenstein über Rakonitz nach Buschtiehrad, die östliche längs der Prager-Dresdener-Eisenbahn und

der Moldau bis gen Melnik hinzieht und die im Norden gegen die Eger hin von den Kreidebildungen des sächsisch-böhmischen Beckens überdeckt wird. Allen diesen Ablagerungen fehlt der Kohlenkalk; sie scheinen aber zum Theil sehr reich an bauwürdigen Kohlen, die in dem Hauptgebiete in zwei Gruppen vertheilt sind, eine untere mit 5 bis 8 Flötzen, die zusammen 15 bis 31 Fuss mächtig sind und so nahe über einander liegen, dass sie für ein einziges Flötz gehalten werden könnten, und eine obere, die indessen weit weniger ergiebig ist.

In Frankreich. Im Umkreise des Centralplateaus der Auvergne. Blanzin und le Creusot. In der Bretagne. Im Inneren von Frankreich finden sich, namentlich im Umkreise des granitischen Centralkernes der Auvergne, eine Menge einzelner Becken, die augenscheinlich auf den granitischen Gebilden selbst häufig ohne Zwischenlagerung aufruhen und die erste, freilich höchst unzusammenhängende Zone geschichteter Gesteine bilden, welche sich um diesen granitischen Kern in stets weiter werdenden Kreisen herumschlingen. Die bedeutendsten Becken dieser Art sind dasjenige von Autun im Nordwesten des Centralkernes, das von St. Etienne und Rive-de-Gier, sowie dasjenige von Alais, das eine mehr im Norden, das andere im Süden an der westlichen Gränze; dann längs dem südlichen Rande das Becken von Rhodes und am östlichen dasjenige von Brives. Ausserdem finden sich noch auf der Oberfläche des granitischen Centralkernes eine grosse Menge kleinerer Becken und Flecken, die hauptsächlich längs einer von Nord nach Süd sich richtenden Linie zwischen Louvigny und Plé in einzelnen Vertiefungen abgelagert sind. Alle diese kleinen Becken sind eben so wie diejenigen des Randes vielfach zusammengedrückt und offenbar aus sumpfigen Wäldern und Torflagern entstanden, die zur Kohlenzeit das inselartig hervorragende Plateau der Auvergne bedeckten. Ebenso finden sich an der Halbinsel der Bretagne, namentlich an dem südlichen Rande bei Vouvant und Chatean, nur einige kleine Flecken von Steinkohlengebilden, sowie mehre Einlagerungen von Anthraciten in und unter den devonischen Gebilden, deren genaue geologische Stellung noch nicht hinlänglich aufgeklärt ist, von denen aber einige, wie z. B. die Anthracite und Kalke von Sablé sicher zu der Steinkohlenformation gehören. §. 446.

Becken von St. Etienne und Rive-de-Gier. Uebrige Binnenmulden. Das bedeutendste unter allen Binnenbecken Frankreichs ist dasjenige von St. Etienne und Rive-de-Gier, das südlich von Lyon auf dem rechten Ufer der Rhone, zwischen dieser und der Loire in einer Gneissinsel eingeklemmt ist. Es hat 46000 Meter Länge und 13000 Meter Breite an seinem breitesten Ende und bildet ein längliches Dreieck, dessen Basis der Loire, die Spitze der Rhone zugekehrt ist. §. 447.

Es ruht unmittelbar auf den Gneissschichten auf, die etwa in der Mitte des Beckens eine Erhebung zu bilden scheinen, so dass das Becken durch Hügel flötzleeren Sandsteines querdurch in zwei ungleiche Hälften getheilt ist, von welchen diejenige von St. Etienne die grössere ist. Die Basis des Beckens wird von groben Grundconglomeraten gebildet, die aus Fragmenten von Gneiss zusammengebacken sind und nach oben in feinkörnigeren Sandstein übergehen, der die Hauptmasse des Zwischengesteines zusammensetzt, in dem schieferige Gesteine im Ganzen selten sind. An einigen Stellen des Beckens, wie in den Gruben von Treuil und von Cros finden sich Schichten nierenförmiger Eisenerze, in den meisten anderen Gruben sind die Kohlenflötze unmittelbar in die Sandsteine eingelagert. Die Schichten selbst sind im Ganzen muldenförmig gebogen und fallen von beiden Seiten synklinal gegen die Mitte der Mulde ein und zwar mit weit steilerer Neigung im Süden des Beckens als im Norden. Indess ist diese allgemeine Richtung durch die mannigfaltigsten Sprünge und Verwerfungen auf das Vielfachste gestört worden, so dass viele Unregelmässigkeiten auch in der Lagerung und dem Verhalten der Kohlenflötze erzeugt worden sind, die zuweilen plötzlich anschwellen, zuweilen wieder sich ausbreiten. Die mächtigste Schicht, die bekannt ist, hat etwa $3^1/_2$ Meter Dicke und das Becken im Ganzen etwa 750 Meter Mächtigkeit, von denen man, wenn alle Lager zusammengezogen werden, 59 Meter Steinkohle rechnen kann. Indessen ist die Zahl dieser Steinkohlenflötze sehr unsicher, eben wegen der vielen Verwerfungen, und ausserdem sind nicht alle Flötze bauwürdig, sondern nur einige liefern eine vortreffliche fette Kohle, die durch die Leichtigkeit der Ausführung mittelst der Rhone und Saone ein wesentlicher Hebel der französischen Industrie geworden ist.

Bei den übrigen Binnenmulden Frankreichs wiederholen sich mehr oder minder dieselben Verhältnisse, und die hauptsächlichsten Unterschiede werden durch Ueberlagerung jüngerer Formationen erzeugt oder auch durch Durchbrüche feuerflüssiger Gesteine. So wird das Becken von Autun grösstentheils von Porphyren eingefasst und auf der östlichen Seite von Trias und Juragebilden vielfach überdeckt. Das Becken von Blanzy und le Creuzot lässt nur an seinen auf Granit auflagernden Rändern die Kohlenschichten zu Tage gehen, ist aber sonst gänzlich von der Trias überdeckt, während dasjenige des Gard auf seiner ganzen Ostgränze von jurassischen Gesteinen überlagert wird. Es würde zu weit führen, wollten wir auf diese Verhältnisse wie auf diejenigen der übrigen Länder Europas näher eingehen.

§. 448. **Anthracitformation der Alpen.** Einer besonderen Erwähnung verdient nur noch die Anthracitformation der Alpen, die sich in der ganzen Erstreckung dieses Gebirgszuges von der Maurienne und der

Tarentaise her bis nach Steiermark verfolgen lässt. Die Gesteine, welche diese Formation zusammensetzen, haben bis jetzt keine Spur von Meeresversteinerungen geliefert, bestehen meist aus Puddingen und Conglomeraten jeder Art, schwarzen, oft rauhen Thonschiefern, aus krystallinischen Schiefern, namentlich aus Glimmer- nnd Talkschiefern, aus glimmerigen, schieferigen Sandsteinen, welche theils gänzlich von Anthracit durchdrungen sind oder diese Substanz auch in einzelnen Schichten und Nestern enthalten, die an einzelnen Stellen eine ziemlich bedeutende Ausbeute gestatten. Man kann nach der Lagerung vielleicht zwei Zonen dieser Anthracitformation unterscheiden. In der Tarentaise bei Petit-Coeur und dem Col des Encombres zeigt sich unmittelbar dem Talkschiefer aufgelagert zuerst eine untere Anthracitzone aus schwarzen Dachschiefern und Sandsteinen mit Anthracitnestern und Pflanzenabdrücken, welche, wie überhaupt in der Anthracitformation, vollkommen mit denen der ächten Steinkohlenschichten übereinstimmen. Die Schichten sind ausserordentlich steil geneigt, und mit ihnen in übereinstimmender Lagerung liegen thonige schwarze Kalkschiefer, die höchst merkwürdiger Weise Belemniten, Stielstücke von Pentacrinus und Ammoniten enthalten, welche unzweifelhaft dem Lias angehören. Auf diese Liasschiefer folgt wieder in gleicher Lagerung eine obere Anthracitzone und auf diese wieder Liasschiefer, so dass in einem Abstande weniger Klafter ein doppelter Wechsel von Liasschiefer und Kohlenschiefer stattfindet. Die obere Anthracitzone ist weit mächtiger als die untere, hat meistens an ihrer Basis ein kalkiges grünes Conglomerat mit Quarziten, das Verrucano genannt wird, lässt sich weit durch die ganze Tarentaise verfolgen und wird besonders bei Peychagnard schwunghaft ausgebeutet.

Die untere Anthracitzone setzt sich von Petit-Coeur über Beaufort und Megève durch das Thal der Arve über Servoz zu beiden Seiten der Aiguilles rouges gegen die Rhone hin fort und verschwindet am Fusse der Dent de Morcles unter dem alpinischen Jura. Sie ist namentlich auf dem Gipfel der Aiguilles rouges, am Col de Balme, am Trient und gegenüber anf Foully-Alp mächtig entwickelt.

Die obere Anthracitzone streift durch das Aostathal, über St. Maurice und Sitten, durch die Thäler von Bagne, Erin, Anniviers und Hermence, zeigt sich in Spuren nach langer Unterbrechung bei Engelberg am Tödi und Bifertengrat und tritt dann wieder auf der Stangalp zwischen Kärnthen, Salzburg und Steiermark hervor.

Merkwürdig ist auf dieser ganzen Erstreckung die innige Verbindung der beiden Zonen mit Liasschiefern, die oft genau dieselbe Lagernng haben und zuweilen die Anthracitschichten so einfassen, dass man nothwendig sie als eine gleichzeitige Einlagerung betrachten müsste,

wenn man nur einzelne Localitäten in das Auge fasste. So sieht man bei Petit-Coeur, wo an einer steilen Wand die Kohlenschichten aufgeschlossen sind, eine doppelte Wechsellagerung zwischen Belemnitenschiefern und Kohlen, so dass eine Schichtengruppe von Belemnitenschiefern zwischen zwei Lagern von Anthracitgesteinen eingeklemmt ist, und das obere Anthracitlager wieder von Belemnitenschichten eingeschlossen wird.

Auf diese Verhältnisse gestützt, nahmen viele Beobachter an, dass die Vegetation der Kohlenzeit sich in den Alpen bis in die Liasperiode erhalten habe. Vergleicht man aber die Lagerung an anderen Orten, so findet man häufig eine abweichende Lagerung, die sogar schon in der Nähe von Petit-Coeur, bei Bons, Dauphin, Bourg l'Oisans und La Mure hervortritt; an ersteren Orten sind die Anthracitgesteine zwischen steilen Gneisslagen mit übereinstimmender Lagerung eingeklemmt, während die Liasschiefer horizontal auf den Schichtenköpfen aufliegen und bei La Mure stehen, wie das beifolgende Profil zeigt (Fig. 196),

Fig. 196.



Durchschnitt der Westalpen bei La Mure.

a Vercors. *b* Gresse. *c* Drac. *d* La Mure.
1 Gneiss. 2 Anthracitschiefer. 3 Liasschiefer. 4 Unter-Oolith. 5 Oxfordschiefer. 6 Coralrag. 7 Néocomien. 8 Rudistenkalk. 9 Gault. 10 Molasse.

die Anthracitschiefer ebenfalls senkrecht, während die übrigen geschichteten Gesteine in abweichender Lagerung auf ihnen ruhen.

Es geht hieraus wohl unzweifelhaft hervor, dass an denjenigen Orten, wo, wie bei Petit-Coeur, die Lagerung eine gleichzeitige Bildung von Lias- und Anthracitschichten annehmen lassen könnte, eine noch unaufgeklärte Anomalie in der Lagerung herrscht, dass aber die Orte, wo widersinnige Lagerung zwischen beiden Gebilden Platz greift, mehr normale Verhältnisse darstellen.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass zur Kohlenzeit in der Alpengegend eine langgedehnte niedere Insel existirte, welche sich von der Dauphiné bis ins Wallis ununterbrochen erstreckte, der noch einige kleine Inselchen weiter im Osten entsprachen und welche Theile alle mit üppiger Vegetation bekleidet waren, die, wie später nachzuweisen, der Vegetation der Torfmoore entsprach.

Entstehung der Steinkohle. Die ungeheuren Massen von Brennstoff, welche in den Flötzen der Steinkohlenformation abgelagert sind, können nur aus der Umwandlung von Pflanzensubstanz hervorgegangen sein. §. 449.

Meist lässt sich in der Kohle, wenn sie auch noch so sehr verändert ist, unter dem Mikroskope die zellige Structur der Substanz erkennen, oft sogar mit solcher Sicherheit, dass man die einzelnen Steinkohlenbecken je nach den Pflanzen charakterisiren könnte, welche das meiste Material dazu geliefert haben. Die bedeutendste Ausbeute an fossilen Pflanzenresten liefern aber die Thonschiefer, welche meistens die Steinkohlenflötze einfassen und häufig selbst mit ihnen wechsellagern. Auf den Klüften dieser Thonschiefer finden sich oft die feinsten Abdrücke von Blättern, Aesten, Früchten und anderen weichen Theilen, die mit allen Einzelnheiten ihrer Structur und ihrer äusseren Form auf das Vollkommenste abgegossen sind. Offenbar bildeten sich demnach die Thonschiefer als feine Schlammabsätze, welche die Blätter, die von den Bäumen herabfielen, sowie diejenigen Pflanzen, die längs dem Boden vegetirten, einhüllten, und bei der Eintrocknung ihren Abguss bewahrten. In den Sandsteinen der Kohlenformation finden sich ebenfalls häufig Pflanzenreste vor, meist aber sind es Stämme, die in verkieseltem Zustande erhalten sind und deshalb zwar die innere Structur auf das Schönste zeigen, nicht aber die äusseren Formen, da dieselben gewöhnlich durch das rauhe Material verwischt und unkenntlich geworden sind. Aus diesen verschiedenen Elementen kann man demnach mit ziemlicher Sicherheit die Vegetation bestimmen, welche zur Zeit der Steinkohlenperiode herrschte, die hauptsächlich aus Farrenkräutern, baumartigen Farren und ähnlichen kryptogamischen Gewächsen bestand, die ein feuchtes und zugleich warmes Klima verlangten. Da die meisten Stämme, welche Pflanzen dieser Art angehören, nur ein weiches Mark besitzen, so sind sie entweder ausserordentlich zusammengedrückt oder auch im Inneren mit Schiefer- und Sandsteinmassen angefüllt, die offenbar nach dem Absterben der Stämme und dem Ausfaulen des Markes in das Innere drangen. Diese Verhältnisse, sowie die häufigen Wechsellagerungen von Kohlen, Sandsteinen und Thonschiefern weisen ohne Zweifel darauf hin, dass weite mit Vegetation bedeckte Strecken bestanden, welche häufig von Ueberschwemmungen heimgesucht und mit Sand- und Lehmmassen überführt wurden, die sich dann zu Schiefern und Sandsteinen verhärteten.

Keine Flösse. Man hat bei einigen, namentlich inneren kleinen Binnenmulden annehmen wollen, dass gewaltige Flösse und Ansammlungen von Treibholz die Steinkohlenlager gebildet hätten. Abgesehen von der Schwierigkeit, die man hat, solche Ansammlungen ihrer Masse nach aus Flössen entstehen zu lassen, welche ganz ungeheure Dimen- §. 450.

sionen gehabt haben müssten, sprechen auch dagegen die fossilen Baumstämme, welche man an vielen Orten, wie z. B. in der Mine Treuil bei St. Etienne (Fig. 197), bei Mons, bei Hainichen, in Wales und New-

Fig. 197.



Kohlenmine Treuil bei St. Etienne mit aufrecht stehenden fossilen Baumstämmen. *a* Sandstein. *b* Eisennierenlager. *c* Schieferthon. *d* Steinkohle.

castle gefunden hat. Alle diese Baumstämme stehen senkrecht auf den Schichtflächen auf, finden sich also offenbar in derjenigen Stellung, in welcher sie wuchsen. Sie durchsetzen meist mehre Sandsteinschichten, so dass man sieht, wie sie während der Bildungszeit dieser letzteren noch lange fort vegetirten, bis sie endlich vollkommen verschüttet wurden. Viele stehen noch auf ihren Wurzeln, die sich bei den meisten leicht ablösten, so dass die mit Wurzeln versehenen Stämme nicht geflösst sein konnten.

§. 451. **Keine Meerpflanzen.** In neuester Zeit ist man wieder aus chemischen Gründen nnd mit Vernachlässigung aller entgegenstehenden Beobachtnngen anf eine schon früher ansgesprochene Ansicht zurückgekommen, welcher zufolge die Steinkohlen aus Anhäufungen von Meerpflanzen, ähnlich dem sogenannten Sargasso-Meer im atlantischen Ocean, entstanden und die darin vorhandenen Landpflanzen nur zngeschwemmt sein sollen. Die chemischen Gründe, auf welche man sich stützte und die wesentlich darauf beruhten, dass Torf und Braunkohlen saures, Steinkohlen ammoniakalisches Destillat lieferten, Steinkohle schmelzbar sei, Torf und Braunkohle nicht, dass erstere sich nicht in Aetzkali lösen, Jod und weit mehr Asche enthalten, sind sämmtlich als unhaltbar nachgewiesen worden und da, wie schon eben erwähnt, alle anderen Gründe

aus der mikroskopischen Structur der Steinkohlen, den mit blossem Auge sichtbaren Versteinerungen und der Lagerung gegen diese Ansicht sprechen, so ist dieselbe wohl als unhaltbar ein- für allemal zu beseitigen.

Entstehung aus Torfmooren. Es unterliegt jetzt wohl keinem Zweifel mehr, dass die heutigen Torfmoore, wie sie fast unter allen Zonen, mit Ausnahme der rein tropischen und polaren, sich finden, die Vorbilder der Moore sind, aus welchen die Steinkohlen und die späteren Braunkohlenlager sich bilden. Der Hergang war derselbe; das Material und die Zeiten, in denen sie entstanden, verschieden. Während in der That heut zu Tage die Moose die wesentlichsten Torfbildner sind, fehlen dieselben in den eigentlichen Steinkohlen ganz, sind aber durch andere Pflanzen vertreten, welche theils durch ihre Blätter, theils durch ihre Wurzeln dieselbe verfilzte Decke auf dem schlammigen Meergrunde herstellen konnten. Die später zu erwähnenden Siegelbäume (Sigillarien) mit ihren verfilzten Wurzeln (Stigmarien) spielten hier die Hauptrolle und bildeten die Decke, auf welcher die Schuppenbäume (Lepidodendren) und Farren wachsen konnten. Auf diese Weise wurden die ursprünglichen Kohlenlager gebildet, die also solchen Torfmooren ähnlich sahen, auf welchen, wie auf den sogenannten Hochmooren, Waldvegetation sich angesiedelt hat. Dass die Lager ursprünglich Torf und Braunkohlen ähnlich sahen, geht aus den Kohlen in Centralrussland hervor, welche durchaus Braunkohlen in Structur, Ansehen, chemischer Beschaffenheit und ökonomischer Brauchbarkeit gleichen, auch wie diese Honigstein enthalten, aber nichtsdestoweniger aus den Pflanzen der Kohlenperiode gebildet und zwischen anderen Schichten dieser Periode abgelagert sind. Es mag wohl hauptsächlich der Druck der aufliegenden Gesteine, der sich an den plattgedrückten Stämmen, die oft nur Papierdicke haben, deutlich nachweisen lässt, gewesen sein, welcher die verschiedene Ausbildung der meisten übrigen Kohlenlager bedingt. Dass übrigens die Moore der Steinkohlenzeit ebenso wie die Torfmoore der jetzigen häufig mit Schlamm und Sand überführt wurden, auf welchen dann wieder Vegetation sich ansiedelte, lehrt der Augenschein. §. 452.

Chemischer Process der Umwandlung. Die allmälige Umwandlung der Holzsubstanz in ächte Steinkohle und Anthracit lässt sich bei der Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen fossilen Brennstoffe nachweisen. Die Braunkohlen, welche hauptsächlich in den jüngeren tertiären Ablagerungen vorkommen, zeigen eine langsame Verbrennung, welche indess mehr den Kohlenstoff des Holzes als den Wasserstoff betrifft, so dass die Braunkohlen im Verhältniss weniger Sauerstoff enthalten als das ursprüngliche Holz. Durch diese langsame Verbrennung wird Kohlensäure und Wasser gebildet, und in der §. 453.

That findet man auch in den Braunkohlenbergwerken, dass die dort entwickelten Gase hauptsächlich aus Kohlensäure bestehen. Sobald diese Zersetzung bis auf einen gewissen Grad fortgeschritten ist, so wandelt sich die Braunkohle allmälig dadurch in Steinkohle um, dass der überschüssige Wasserstoff sich mit Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoffgasen verbindet, welche die bekannten schlagenden Wetter (*grisou*) und alle jene entzündbaren Gase bilden, die in den Kohlenbergwerken zuweilen so entsetzliche Verheerungen anrichten, indem sie, mit Sauerstoff gemengt, ein explodirendes Gas bilden. Diese Bildung von Kohlenwasserstoff ist sicher darauf begründet, dass der zur Verbrennung nöthige Sauerstoff durch die Ueberlagerung der Gebilde, welche die Kohlenflötze einschliessen, von der Einwirkung auf die Kohle abgeschnitten ist und eine Verbrennung somit nicht stattfinden kann. Die fortschreitende Bildung von Kohlenwasserstoff führt endlich die Steinkohle in ähnlicher Weise, wie die trockne Destillation in geschlossenen Gefässen, in Coke und Anthracit, d. h. in fast reinen Kohlenstoff über.

§. 454. Die allmälige Concentrirung des Kohlenstoffs mag aus folgender Tabelle hervorgehen.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff und Sauerstoff.
Holz im Mittel . . .	49,1	6,3	44,6
Torf	60,7	6,2	33
Schieferkohle von Uznach (Diluvial)	55,3	5,7	36,8
Braunkohle (tertiär) .	69,3	6,6	20,3
Steinkohle	82,1	6,5	12,4
Anthracit	93,8	2,6	3,5

Der Aschengehalt wechselt bei allen Brennstoffniederlagen sehr, doch ist er im Allgemeinen um so grösser, je weiter die Umbildung fortgeschritten ist. Der Procentgehalt muss schon an und für sich steigen, im Verhältniss der Concentrirung der Masse, ausserdem aber hängt der Gehalt an erdigen Bestandtheilen von den Infiltrationen von Oben ab und ist deshalb die Zusammensetzung der Asche in älteren Ablagerungen auch um so mannigfaltiger.

§. 455. Die horizontale Verbreitung der Kohlenflora ist über die ganze Erde so ziemlich dieselbe in Beziehung auf Familien und Gattungen, nicht aber auf Arten. Man kann daraus schliessen, dass zwar Verschiedenheiten in Beziehung auf das Klima vorhanden waren, dass diese aber nicht so weit gingen als heute, und dass, wie aus den Pflanzen selbst hervorgeht, überall wo die Kohlenvegetation wuchs, niedere Inseln mit feuchtem und ziemlich gleichmässigem Klima existirten, dass also Seeklimate bestanden, welche auch jetzt weit weniger Verschieden-

heit zeigen, als die Continentalklimate. Auch darf man nicht vergessen, dass überhaupt die Torfmoorfloren in Bezug auf die torfbildenden Pflanzen noch jetzt vom Norden bis zu den Ufern des mexikanischen Meerbusens nur sehr geringe Verschiedenheiten zeigen, die freilich in den auf der Torfdecke existirenden Gewächsen weit stärker ausgeprägt ist. Endlich hat Heer mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass fast alle Steinkohlenpflanzen kryptogamischen Gewächsen mit mikroskopischen Samen angehören, welche durch die Leichtigkeit der Verführung mittelst Luft- und Wasserströmungen einen weit grösseren Verbreitungsbezirk besitzen, so dass diese verschiedenen Gründe wohl die Gleichmässigkeit der Ausbreitung dieser Flora einigermaassen erklären können.

Hinsichtlich der verticalen Verbreitung sind namentlich in Sachsen bedeutende Verschiedenheiten aufgefunden worden, wonach man einzelne Zonen unterschieden hat, die nach der Häufigkeit, womit die kohlenbildenden Pflanzen auftreten, im productiven Steinkohlengebirge als Sigillarien-, Calamiten-, Annularien- und Farrenzone unterschieden worden sind. Indessen haben diese Zonen sehr viele Arten mit einander gemein, die erste und zweite 32 Proc., die zweite und dritte $25^1/_2$ Proc., die dritte und vierte 22 Proc. und sehr viele Pflanzen gehen durch alle Zonen hindurch. Eine strenge Scheidung existirt also nicht, sondern nur relative Verschiedenheit der Häufigkeit. Auch an anderen Orten hat man Aehnliches beobachtet, wenn auch nicht in derselben Ordnung. Dagegen sind die Versteinerungen des Kohlenkalkes und des Culm fast durchaus von denjenigen des productiven Steinkohlengebirges verschieden. §. 456.

Wir erwähnen speciell folgende Versteinerungen. §. 457.

Im Kohlenkalke:

Fusulina cylindrica, Fig. 219, Russland; Nordamerika. *Chaetetes radians*, Fig. 221, Moskau. *Syringopora ramulosa*, Russland; Westphalen; England. *Lithodendron* (*Diphyphyllum*) *fasciculatum*, England; Belgien; Russland. *Amplexus coralloides*, Belgien; England; Russland. *Poteriocrinus crassus*, England; Belgien. *Platycrinus laevis*, *triacontadactylus*, Fig. 229, England; Belgien. *Actinocrinus laevis*, England; Belgien; Deutschland. *Pentremites florealis*, Fig. 223; *sulcatus*, Fig. 224, Nordamerika. *Palaeocidaris* (*Echinocrinus*) *rossica*, Russland; *Nerei*, Belgien; Nordamerika. *Retepora* (*Polypora*) *retiformis*, Belgien; Schlesien. *Orbicula nitida*, England. *Terebratula sacculus* (*hastata*), England; Belgien; Russland. *Spirifer* (*Spirigera*) *Roissyi*, Belgien; Russland; Nordamerika; Südamerika. *Spirifer* (*Spirigera*; *Terebratula*) *ambiguus*, England; Belgien; Russland; Nordamerika. *Spirifer bisul-*

catus, Belgien; Ratingen; England; Nordamerika. *Spirifer Sowerbyi*, Belgien; Russland. *Spirifer striatus*, *rotundatus*, *glaber*, Belgien; Ratingen; England; Russland; Nord- und Süd-Amerika. *Orthis Michelini*, Belgien; England; Irland; Spanien; Russland; Nordamerika. *Leptaena* (*Strophomena*) *depressa*, Belgien; England, *pecten*, Belgien; England; Irland; Schweden; Russland; Nordamerika. *Chonetes papilionacea*, Frankreich; Belgien; England; Deutschland; Rnssland. *Productus granulosus*, England; Belgien; Russland, *punctatus*, Belgien; Russland; Deutsohland; England; Irland; Spanien; Nordamerika. *Productus Flemingi*, Belgien; Dentschland; England; Irland; Russland; Spanien; Nord- und Süd-Amerika; Neuhollaud; Van-Diemensland. *Productus giganteus*, Belgien; Russland; Bären-Insel; Schlesien; Kärnthen; England; Irland. *Pinna flabelliformis*, Belgien; England; Irland. *Arca* (*Cucullaea*) *arguta*, Belgien; England; Russland. *Edmondia* (*Isocardia*) *unioniformis*, Belgien; England; Russland. *Cardiomorpha* (*Isocardia*) *oblonga*, Belgien; England; Irland. *Conocardium* (*Cardium*) *hibernicum*, *aliforme*, Irland; England; Ratingen; Belgien. *Cardinia* (*Unio*) *acuta*, Belgien; Deutschland; England. *Cypricardia rhombea*, England; Belgien; Russland. *Helcion* (*Patella*) *sinuosus*, England; Belgien; Irland. *Bellerophon hiulcus*, Belgien; Russland; Nordamerika. *Capulus* (*Pileopsis*) *vetustus*, Belgien; Ratingen; England; Irland. *Pleurotomaria gemmulifera* (*radula*), Ratingen; Belgien; England, *carinata*, Belgien; England; Irland. *Euomphalus Dionysii*, Belgien; Frankreich; Russland; Irland; Nordamerika. *Euomphalus pentangulatus*, Belgien; England; Irland; Frankreich; Ratingen; Russland; Nordamerika. *Goniatites Listeri*, Belgien; Westphalen; England, *sphaericus*, Belgien; England; Irland; Herborn; Nordamerika, *diadema*, Belgien; England. *Nautilus sulcatus*, England; Belgien, *tuberculatus*, England; Belgien. *Orthoceras laterale*, Belgien; England. *Cypridina Edwardsiana*, Belgien; England; Irland. *Cythere Phillipsiana*, Belgien; England. *Phillipsia globiceps*, Westphalen; Belgien; England, *pustulata*, Belgien; England. *Cyclophthalmus Bucklandi*, Fig. 252, Böhmen. *Bellinurus rotundus*, Fig. 252, England. *Orodus cinctus*, Fig. 253, England. *Cochliodus contortus*, Fig. 254, England. *Cladodus marginatus*, Fig. 255, England. *Palaeoniscus Blainvillei*, Autun. *Megalichthys Hibberti*, Fig. 257, England.

In den Schichten des Culm:

Sphenopteris elegans. Die einzige Art, welche der Culm mit den übrigen Steinkohlenschichten gemein hat. *Sphenopteris distans*, *divaricata*, *Sagenaria Veltheimiana* mit ihren Wurzeln, früher *Stigmaria ficoides* genannt. *Calamites transitionis, Roemeri, cannaeformis. Halonia tuberculosa. Lycopodites polyphyllus*, *dilatatus. Knorria imbricata. Cyclopteris tenuifolia. Posidonomya Becheri. Pecten grandaevis.*

Im productiven Steinkohlengebirge.

Sigillarienzone:

Sigillaria alternans, crustata, Cortei, intermedia, tesselata. Sagenaria dichotoma, rimosa. Sphenopteris coralloides. Schizopteris anomala. Dictyopteris neuropteroides. Alethopteris erosa. Asterophyllites rigidus, foliosus. Calamites Suckowi, cannaeformis, Equisetites priscus.

Calamitenzone:

Calamites Suckowi, cannaeformis, approximatus. Stigmaria ficoides. Cordaites principalis.

Annularienzone:

Annularia longifolia, sphenophylloides. Sphenophyllum marginatum. Aspidiaria undulata. Halonia punctata. Sphenopteris cristata. Odontopteris Reichiana. Neuropteris auriculata. Dictyopteris Brongniarti. Cyatheites dentatus, Miltoni.

Farrenzone:

Sphenopteris irregularis, macilenta, Bronnii, lanceolata. Schizopteris Gutbieriana, adnascens. Odontopteris Reichiana, britannica. Neuropteris acutifolia, auriculata. Cyatheites arborescens, unitus, villosus. Alethopteris aquilina, nervosa. Lycopodites Gutbieri, selaginoides. Noeggerathia palmaeformis. Equisetites infundibuliformis. Asterophyllites grandis. Annularia longifolia.

In der Anthracitformation der Alpen:

Sigillaria Dournaisii. Lepidodendron Veltheimianum. Lycopodites falcifolius. Calamites Cistii, Suckowii, Saussurii. Annularia brevifolia, longifolia. Sphenophyllum Schlotheimii, saxifragaefolium, dentatum. Sphenopteris tridactylites, irregularis, acutiloba. Neuropteris flexuosa, gigantea, Loshii. Cyclopteris auriculata. Odontopteris Brandii, alpina. Pecopteris cyathea, arborescens. Cordaites borassifolia.

Flora. Unter den Versteinerungen des Kohlengebirges zeichnen sich besonders die Pflanzen aus, welche, wie wir oben sahen, die Kohlenschichten zusammensetzen; wir haben die Betrachtung der devonischen Pflanzen, welche zum grossen Theil identisch mit denen der Kohlenperiode sind, bis hierher verschoben, um diese ganze merkwürdige Vegetation im Zusammenhange beobachten zu können. §. 458.

Ausser einigen Algen, die indessen nur eine geringe Rolle spielen, sind in den Kohlenschichten hauptsächlich die Gefässpflanzen stark vertreten, Pflanzen mit Wurzeln, Stengeln und Blättern, deren Gewebe nicht mehr bloss aus Zellen, sondern zugleich aus Gefässen besteht. Diese Gefässe bilden indess keine Holzkörper, wie in den Dikotyledo-

nen, sondern verbreiten sich unbestimmt in Stengel, steigen durch die Blattstiele auf und bilden in den Blättern mannigfach angeordnete Rippen oder Nerven, deren Vertheilung den wesentlichsten Anhaltspunkt für die Classification der Blätter bildet. Alle diese Pflanzen gehören zu den Akotyledonen oder Kryptogamen und entbehren gänzlich der Blüthe, indem die Samen oder Sporen in eigenen Behältern auf den Blättern oder in quirlförmigen Aehren zusammengedrängt sind. Wir unterscheiden hier besonders folgende Familien.

Fig. 198.



Wurzeln von *Calamites cannaeformis.* Von Waldenburg.

Die Schachtelhalme (Equisetaceen) der Jetztwelt sind bekanntlich krautartige Gewächse, die sich besonders auf feuchten Wiesen

finden und gerade, einfache, gegliederte Stämme zeigen, die deutliche Längsstreifen haben und aus horizontalen Wurzelstöcken aufschiessen. Auf den Gliederknoten sitzen cylindrische gleichförmige Scheiden, die den Stamm umgeben und oben tief ausgezackt sind; jeder Zahn entspricht einem Längsstreifen des Stammes. Die Stämme sind inwendig hohl, eine grosse Mittelhöhle erstreckt sich von einem Gliede ins andere. An der Basis der Scheide sitzen oft Wirbel von geraden Zweigen, die mit Ausnahme der inneren Höhle ganz so gebaut sind, wie die Stämme selbst. Die Schachtelhalme der Jetztwelt werden höchstens einige Fuss hoch und einen halben Zoll dick.

Zu dieser Familie der Equisetaceen gehören die Calamiten, Fig. 198, gerade, gegliederte, hohe, cylindrische Stämme mit winkelig gestellten Aesten, welche sehr regelmässige parallele Streifen zeigen, die in den Knoten in einander greifen und mit einander abwechseln. Die Blätter waren scheidcartig und bildeten einen Quirl von lanzenförmigen Spitzen im Umkreise eines jeden Gliedes, wo sie besondere Gefässknötchen zurücklassen. Die Früchte sind an den Enden der dünnen Aeste befestigt und bildeten lange schuppige Aehren. Die Stämme selbst endigen mit zapfenförmigen oder rundlichen Enden, statt mit Wurzeln. Es giebt Calamiten von mehr als einem Fuss im Durchmesser, und die Arten kommen, von dem devonischen Systeme an, sehr häufig in allen Gliedern, von den paläozoischen Schichten bis zur Trias, vor.

In die Nähe der Schachtelhalme scheint die Familie der Asterophylliden zu gehören, welche gänzlich auf das Kohlengebirge beschränkt sind und ihrer abweichenden Form wegen häufig für Dikotyledonen gehalten wurden. Es waren kraut- oder strauchartige Pflanzen mit gegliederten, sehr dünnen Stengeln und langen, zweizeilig gestellten feinen Zweigen, welche meistens feine Längsstreifen zeigen und an den Gliedern Sternwirtel von Blättern tragen, die meistens horizontal abstehen und deshalb oft, wenn die Stengel nicht mehr vorhanden sind, sich als vielzackige Sterne darstellen, welche in der Mitte eine Art Ring besitzen, um den die Blätter geordnet sind. Die Früchte dieser Pflanzen bestehen aus Aehren, welche auf der äussersten Spitze des Stengels oder auf seitlichen Aesten stehen und aus einzelnen Schuppen zusammengesetzt sind, die gewöhnlich in Spitzen endigen. Es waren offenbar Wasserpflanzen, deren Blätter auf der Oberfläche schwammen. §. 459.

Die Gattung *Annularia*, Fig. 199 (a. f. S.), hat einfache gestreifte Stengel, schmale, lilienförmige, einnervige Blätter von ungleicher Länge, die an der Basis durch eine ringförmige Scheide vereinigt sind. Die Samen stehen in zwei Reihen unter den Schuppen der Aehre.

Die Gattung *Sphenophyllum*, Fig. 200, hat einfache oder ästige Stengel und keilförmige Blätter mit parallelen Nerven, deren Spitze dem Stamme zugekehrt ist, so dass ein jeder Quirl eine am Aussen-

Fig. 199.



Annularia fertilis.

Fig. 200.



Sphenophyllum annulatum.

rande feingesägte Scheibe darstellt. Von beiden Gattungen kommen viele Arten in dem Steinkohlengebirge vor.

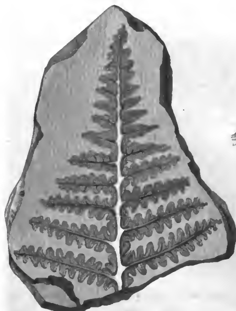
§. 460. Am reichlichsten sind die Farrenkräuter (*Filices*) in den Kohlenschichten vertreten, und vor Allem sind es die Abdrücke ihres meist gefiederten Laubes, welche sich in den Thonschiefern ausserordentlich häufig in vortrefflicher Erhaltung finden, so dass man auf solchen Abdrücken den Lauf der Blattrippen, die Samenkapseln, welche auf denselben stehen, und überhaupt die feinsten Details oft mit überraschender Deutlichkeit wahrnehmen kann. Die Stämme der baumartigen Farrenkräuter unterscheiden sich von denen anderer Gewächse dadurch, dass sie vollkommen cylindrisch sind, und dieselbe Dicke von dem Boden bis zur Spitze besitzen. Die Stämme sind rund um mit Blättern besetzt, die beim Abfallen meist linsenförmige, in Spiralen gestellte Narben hinterlassen. Diese Narben sind bei den Farrenkräutern stets höher als breit, während bei den Palmen und anderen Monokotyledonen der umgekehrte Fall eintritt. Die Gefässe, welche aus dem Stamme in den Blattstiel treten, zeigen durch ihre Gruppirung auf der Narbe die sonderbarsten Figuren, welche äusserst charakteristisch für jede Species sind. Je höher der Stamm aufschiesst, desto mehr fallen die um ihn gesetzten Blätter ab, so dass stets nur an der Spitze des Stammes ein Wedel von grossen Blättern vorhanden ist, in dessen Mitte meist die wie ein Bischofsstab gebogenen jungen Blätter hervorstehen. Die baumartigen Farrenkräuter kommen jetzt hauptsächlich nur in feuchten tropischen Klimaten vor; unter denjenigen Arten, welche in

unseren Klimaten verbreitet sind, hat nur eine einen äusserst kurzen, kaum über den Boden erhobenen Stamm; alle übrigen dagegen in der Erde kriechende Rhizome. Bei den fossilen Farrenkräutern bietet sich eine Schwierigkeit, die nämlich, zu bestimmen, welche Arten von Blättern zu bestimmten Stämmen gehören, da man nur in höchst seltenen Fällen Wedel und Stämme mit einander vereinigt findet. Man hat die Blätter hauptsächlich nach der Vertheilung der Blattnerven in mehre Familien getheilt.

Die Familie der Neuropteriden, die wahrscheinlich zu den Baumfarren gehört, hat ein- bis zweifach gefiederte Blattwedel, deren Fiederblättchen bald angeheftet, bald frei sind und einen mittleren Hauptnerven besitzen, von welchem zahlreiche Seitennerven ausgehen; in anderen Fällen findet sich kein Mittelnerv, sondern die zweitheiligen Rippchen verbreiten sich unmittelbar von der Basis des Fiederblättchens aus. Die Fruchtbehälter sitzen in Form kleiner Pünktchen auf den Nerven vertheilt. §. 461.

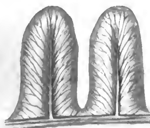
Die Gattung *Neuropteris* (Fig. 201, 202, und Fig. 203, 204 a. f. S.), deren äusserst zahlreiche Arten fast nur im Kohlengebirge vorkommen, hat Fiederblätter mit herzförmiger Basis, deren Mittelnerv an der

Fig. 201.



Neuropteris ovata. Von Wettin.

Fig. 202.



Zwei Fiederblättchen vergrössert, um die Nerven zu zeigen.

Spitze sich in einige Aeste anflöst. Die Seitennerven des Blättchens gehen sehr spitzwinklig vom Mittelnerven ab, sind etwas gebogen

Fig. 203.



Neuropteris heterophylla.

Fig. 204.



Vergrössertes Blatt derselben.

und theilen sich drei- bis vierfach, bevor sie den Rand des Blattes erreichen.

Die Gattung *Odontopteris* (Fig. 205) hat doppelfiederige Wedel mit sehr dünnen, meist lanzettförmigen Fiederblättchen, die mit der ganzen Breite ihrer Basis an dem Blattstengel angeheftet sind. Die Nerven sind sehr fein, etwas gebogen und nach der Mitte hin zusammengedrängt, so dass die Bildung eines Mittelnerven nachgeahmt wird.

§. 462. Die Familie der Sphenopteriden (Fig. 206), die wahrscheinlich zu den krautartigen Farren gehörte, hat mehrfach gefiederte Wedel, deren Fiederblättchen an der Basis keilförmig zusammengeschnürt sind,

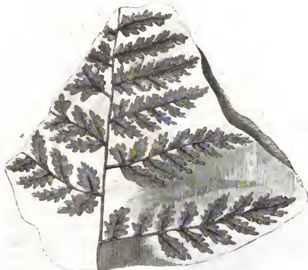
während das Blatt selbst gezähnt oder getheilt, zuweilen selbst handförmig ausgeschnitten ist. Es existirt ein Mittelnerv, von welchem die

Fig. 205.



Odontopteris Schlotheimii.

Fig. 206.



Sphenopteris Schlotheimii. Von Saarbrück.

Seitennerven spitzwinklig abgehen. Die Gattung, welche der Familie den Namen ertheilt, hat gelappte Fiederblättchen, die Eichenblättern

nicht unähnlich sehen, und einfache, schief aufsteigende Seitennerven, welche in die Lappen übergehen. Die Fruchtbehälter sitzen in Form kleiner Knötchen an dem Rande des Blattes.

§. 463. Eine äusserst zahlreiche Familie ist diejenige der **Pecopteriden**, die den baumartigen, jetzt lebenden Cyatheen ähnlich sind, wo die Fiederblättchen mit breiter Basis angeheftet oder selbst vereinigt sind, so dass der Blattstengel auf beiden Seiten breit gesäumt erscheint. Der Mittelnerv ist sehr stark, bis zur Spitze deutlich, die Seitennerven gewöhnlich gabelig und die Fruchtknötchen an dem Rande vertheilt. Die Gattung *Pecopteris* (Fig. 207), welche äusserst zahlreiche

Fig. 207.



Pecopteris truncata. Von Wettin.

Auf mehren Fiederblättchen sitzen die runden, mit Sternfalten versehenen Fruchthaufen.

Arten besitzt, hat einfache Wedel mit schmal lanzettförmigen gestielten Fiedern oder, weit häufiger, mehrfach gefiederte Wedel mit breit angehefteten Fiederblättchen, gabelig gebogenen Seitennerven und runden in zwei Reihen gestellten Fruchthäufchen.

In den Kohlenschichten befinden sich eine grosse Menge giganti- §. 464.
scher Stämme von der Form eines Hohlcylinders, oft von 40 und mehr Fuss Länge und von mehr als einem Fuss Durchmesser, die unter dem Namen Siegelbäume, Sigillarien, Fig. 208, bekannt

Fig. 208.



Ganzer Stamm einer Sigillaria aus einer Kohlenmine in England.

Fig. 209.





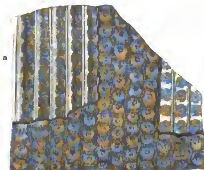
Sigillaria Groeseri. Daneben drei Blattansätze grösser.

sind. Sie haben wie die baumartigen Farren Blattstielnarben, die in Längsreihen gestellt sind und meist zwei oder drei dunkle Stellen zeigen, durch welche die Gefässe in den Blattstiel übergingen. Die dünne Kohlenrinde, welche diese Stämme deckt, fällt oft ab und zeigt dann die innere Fläche der Narbe im Abguss. Die Narben der Blattstiele sind meist weit zahlreicher als in den gewöhnlichen Farrenkräutern, und die Stämme unterscheiden sich ausserdem noch durch die Ausbildung eines wahren Holzcylinders, von welchem aus die Gefässbündel in die Blattstiele übergehen. Die kuppelförmige Spitze des meist unverästelten Stammes war mit einem Schopf steifer, langer nadelförmiger Blätter besetzt, die dem Baume das Aussehen eines riesigen Besens gaben. Die Früchte bildeten einen mit nadelartigen Deckblättern besetzten Aehrenzapfen. Die äusserst kleinen Samen (Sporen) liegen in rundlichen, am Grunde der erweiterten Deckblätter ausgebildeten Kapseln. Auf Grund dieser von Goldenberg entdeckten Organisation rechnet man die Siegelbäume jetzt zur Bärlappfamilie (*Selagines*).

Ausser der Stellung der Blattnarben in Längsreihen (Fig. 209 bis 211 a. f. S.), welche bei den Sigillarien besonders durch vertiefte Rinnen hervorgehoben ist, bemerkt man auch, dass die Narben in ihrer Gesammtheit in spiraligen Linien um den Stamm herumgestellt sind. Die Stämme selbst

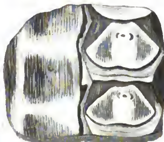
sind gewöhnlich vollkommen platt gedrückt, und eine solche Platte von mehr als einem Fuss Breite zeigt oft nur einen halben Zoll Dicke.

Fig. 210.



Stück des Stammes von *Sigillaria elegans.* Bei *a* ist die Rinde abgefallen.

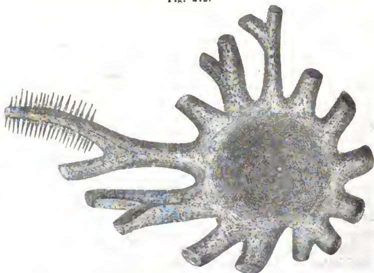
Fig. 211.



Einige Blattansätze mit und ohne Rinde.

§. 465. Einen der auffallendsten Typen des Pflanzenreichs bilden die in den Kohlenschiefern in grosser Menge verbreiteten Stigmarien (Fig. 212),

Fig. 212.

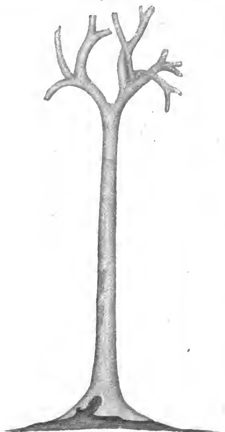


Stigmaria ficoides. Aus England.

von welchen man früher nur einzelne Stücke kannte. Das ganze Gewächs bildet einen mittleren erhabenen Wulst, der etwa sechs Fuss im Durchmesser hat, und von dem aus nach allen Richtungen strahlenför-

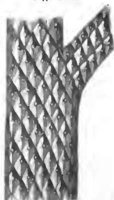
mige Aeste ausgehen, die meist bis Armsdicke haben und in horizontaler Richtung sich verbreiten. Auf diesen Aesten sitzen steife pfriemenförmige, spitze Blätter, die an der Basis knopfartig angeschwollen sind und mit einem dünnen Stiele an dem Aste ansitzen. Diese blattartigen Gebilde scheinen noch von feineren Fasern umgeben gewesen zu sein,

Fig. 213.



Lepidodendronstamm mit seinen Aesten aus dem böhmischen Kohlengebirge.

Fig. 214.



Stück eines Stammes von *Lepidodendron elegans.*

Fig. 215.



Einige Blattansätze in natürlicher Grösse.

denn die Schichten, in welchen Stigmarien sich finden, haben ein so eigenthümliches, zusammengewebtes Ansehen, dass die Kohlenarbeiter sie an dieser filzigen Structur erkennen und mit eigenthümlichen Namen bezeichnen. Sie bilden die untere Lage der Kohlenschichten, und die Schieferthone, welche gerade unter dem Kohlenflötze liegen, zei-

gen meist diese Structur, was bei Verwerfungen und steiler Aufrichtung der Flötze, wo man Liegendes und Hängendes nicht genau unterscheiden kann, von ungemein praktischem Nutzen ist. Die wahrscheinlichste Ansicht über diese merkwürdigen Pflanzen ist die, dass sie nur die Wurzelstöcke der Siegelbäume gewesen seien, die sich an dem Wurzelknoten leicht loslösten, aber auch selbständig ohne Ausbildung von Stämmen fortvegetiren konnten, wenn sie von Wasser gänzlich bedeckt waren.

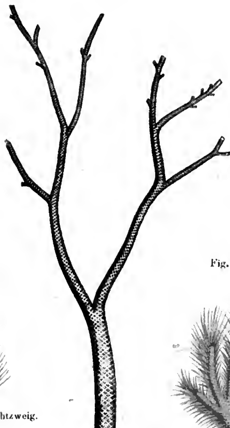
§. 466. Ebenfalls in die Nähe der Lycopodiaceen oder Bärlapparten gehören grosse bis zu 100 Fuss Höhe erreichende Stämme, welche an ihrer Spitze in Aeste sich theilen, und einen ringförmigen, den Markkörper umschliessenden Holzcylinder zeigen. Diese Stämme, welche man mit dem Namen *Lepidodendron* oder Schuppenbäume (Fig. 213 bis 215 auf voriger Seite, und Fig. 216 bis 218) belegt hat, unterscheiden sich leicht von den Sigillarien durch die Abwesenheit senkrechter Rinnen und Furchen, sowie durch die eigenthümliche Gabeltheilung in fast gleiche Aeste, die nicht aus Blattwinkeln entspringen. Die rhomboidalen Blattstielnarben, welche die ganze Oberfläche der Stämme überdecken, stehen in spiraligen Reihen und besitzen ein einfaches rhomboidales Mittelfeld, das meistens auf einem erhöhten Polster aufruht und auf welchem ein dreikantiges, spiessartiges Blatt aufsass. Steht diese Blattnarbe in der Mitte, so ist es die Gattung *Lepidodendron* im engeren Sinne, wenn oberhalb, so nennt man die so gezeichneten Pflanzen *Sagenaria*. Die Früchte bilden cylindrische Zapfen, mit dachziegelartig geordneten, rautenförmigen, in der Mitte trichterförmig ausgehöhlten Schuppen, in welchen sehr viele, feine Sporen liegen.

§. 467. Die nacktsamigen Blüthenpflanzen (Gymnospermen) werden in der Kohlenzeit besonders durch einige Gattungen vertreten, welche den Sagobäumen (Cycadeen) zwar nahe stehen, in vieler Beziehung aber wieder von ihnen abweichen. Die *Cordaiten* hatten lange, parallelgestreifte Blätter, die am Grunde scheidig den Stamm umfassten und eine steife Endkrone bildeten und rundliche, grosse Samen. Die *Nöggerathien*, welche in Saarbrücken ganze Kohlenflötze fast für sich allein bildeten, hatten gefiederte, gestielte Blätter mit halbumfassenden Fiederblättchen von verschiedener Form, die parallel und unter sich gleich und sehr zahlreich sind. Die grossen Samen (*Rhabdocarpus*) sind eiförmig und längs gestreift. Andere Samen, namentlich der ungemein häufige *Trigonocarpon*, gehören derselben Familie an.

§. 468. Einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Steinkohle zeigen noch die Coniferen, deren Holzkörper auf dem Querschnitte concentrische Ringe zeigt und als deren Typus wir unsere Nadelhölzer kennen. Die Coniferen der Kohlenzeit unterscheiden sich indess von unseren

nordischen Nadelhölzern hauptsächlich dadurch, dass den Zellen die jenen eigenthümlichen Poren fehlen, wodurch sie sich mehr an die

Fig. 217.



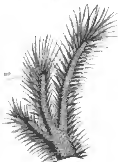
Aeste eines Lepidodendronstammes.

Fig. 216.



Endständiger Fruchtzweig.

Fig. 218.



Endäste.

Araucarien und ähnliche verwandte Formen der tropischen Nadelhölzer anschliessen, die indessen nicht minder gewaltige Bäume bilden. Nach der Structur der Gefässe in den Holzbündeln und namentlich der Zahl der Porenreihen hat man mehre Gattungen in den Steinkohlen unterschieden und auch zuweilen, obwohl nur selten, Zapfen und Zweige gefunden.

Von **Palmen** hat man einige Arten, doch nur in sehr geringer Zahl §. 469
gefunden, und eigentliche Laubbäume mit verzweigten Aesten, deren

Natur als ächte Dikotyledonen nachgewiesen wäre, sind in dem Steinkohlengebirge bis jetzt noch nicht entdeckt worden. Die ganze Vegetation zeigt demnach einen äusserst eigenthümlichen Habitus, welcher in der Jetztzeit noch gewissermaassen wiederholt wird durch die Vegetation solcher Inseln, welche bei warmem, wenn auch nicht völlig tropischem Klima eine grosse Feuchtigkeit des Bodens und der Atmosphäre besitzen, wodurch besonders das Gedeihen der baumartigen Farrenkräuter und der Araucarien wesentlich gefördert wird. Dass diese Vegetation zugleich einer niederen Stufe in der Ausbildung des pflanzlichen Typus unterliege, kann keinem Zweifel unterworfen sein.

§. 470. Die **Fauna** wirbelloser Thiere, welche man in den Schichten des Steinkohlensystemes findet, unterscheidet sich in ihren grossen Zügen nur wenig von denjenigen der vorhergehenden Systeme. Unter den Polypen, Stachelhäutern, Mollusken und Trilobiten finden wir keine neue Familie und wenig neue Gattungen; hier wie dort herrschen unter den Mollusken die Armfüssler, unter den Stachelhäutern die Seelilien vor, und namentlich die letzteren sind an vielen Orten in so ungeheurer Zahl verbreitet, dass gewisse Kalksteine, welchen man deshalb den Namen der Entrochitenkalke (*Calcaire à entroques*) verliehen hat, ganz aus Säulengliedern derselben zusammengesetzt scheinen. Bemerkenswerth ist indessen noch der Umstand, dass in den Steinkohlengebilden zuerst Ueberreste luftathmender, wirbelloser Thiere vorkommen, die namentlich den Classen der Insecten und Arachniden angehören. Wir erwähnen hier nur einige ausgezeichnete Formen dieser wirbellosen Thiere.

§. 471. Die Classe der Wurzelfüsser (Foraminiferen, Polythalamien, Rhizopoden) steht bekanntlich in ihrer Organisation den Infusorien am nächsten, von welchen sie sich hauptsächlich durch die Structur ihrer Bewegungsorgane unterscheiden, welche einfach aus Fortsätzen der Körpersubstanz bestehen, die nach allen Richtungen hin sich ausbreiten und wieder zusammenziehen können. Der ganze Thierleib besteht aus einer einfach gelatinösen Substanz, in welcher die Nahrungsstoffe theils durch unmittelbare Aufsaugung, theils gewissermaassen durch ein Hineindrücken aufgenommen werden. Ein zweiter Unterschied von den Infusorien wird dadurch begründet, dass die meisten Gattungen dieser zahlreichen Thierclasse kleine Kalkschalen besitzen, innerhalb welcher der structurlose Thierleib eingeschlossen ist; die Gehäuse selbst haben oft in ihrem äusseren Ansehen viele Aehnlichkeit mit den gekammerten Schalen der Cephalopoden und bestehen gewöhnlich aus einer grösseren Anzahl von Kammern, die in höchst mannigfaltiger Weise zusammengereiht sind und bald eine grössere Oeffnung, bald mehre, oder selbst siebförmige Oeffnungen zeigen, durch welche die Fortsätze hervorge-

streckt werden können. Die obere Abtheilung des Kohlenkalks in Russland besitzt Schichten, welche, wie wir schon oben erwähnten, fast nur aus den Schalen der Gattung *Fusulina* zusammengesetzt sind.

Fig. 219.



Fusulina cylindrica. Aus dem russischen Kohlenkalke.

a Natürliche Grösse. *b* Vergrössert und von der Seite der Oeffnung aus. *c* Dieselbe Ansicht. Ein Theil der Schale ist weggebrochen, um die inneren Kammern zu zeigen. *d* Ansicht von dem Endpunkte der Axe aus.

Das kleine Schälchen hat etwa die Grösse einer Linse und ist wie diese rund, in der Mitte verdickt, nach dem Rande hin abgeplattet, die Kammern bilden einfache, an der Bauchseite mit einander communicirende Querräume und stellen sich spiralig geordnet in der Weise, dass die Umgänge einander gänzlich umfassen. Eine quere Spalte bildet an dem letzten Umgange den Eingang in das Gehäuse.

Unter den Polypen kommt die zur Familie der Cyathophylliden gehörige Gattung *Amplexus*, die indess dem devonischen Systeme nicht fremd ist, besonders häufig in dem Kohlenkalke vor. Es sind einfache, kegelförmige, niemals verästelte, meist etwas gebogene Stämme mit querrunzeliger und längsgestreifter Oberfläche, deren Endzelle nur an dem Rande deutliche Radien zeigt, während die Mitte von einer sehr starken Säule ausgefüllt ist. Die Gattung *Lasmocyathus* (Fig. 220 a. f. S.) kommt nur im Kohlenkalke vor; sie hat unregelmässige ovale, aneinandergedrängte Kelche mit sehr feinen Scheidewänden und länglicher Mittelsäule, die von einem scharfen Wulste umgeben ist. §. 472.

Eine äusserst bezeichnende Gattung, die nur in dem Kohlenkalke, hier aber auch in ausserordentlicher Menge vorkommt, ist die zur Familie der Favositiden gehörige Gattung *Chaetetes* (Fig. 221, 222), welche knollige Polypenstöcke bildet, an deren Oberfläche sich sehr feine unregelmässige oder vieleckige Oeffnungen zeigen, welche mit feinen Röhrchen zusammenhängen, die weder Poren noch Querwände haben und die ganze Masse des knolligen Stockes bilden. Mehre Arten dieser Polypengattung sind äusserst weit in dem Bergkalke verbreitet und bilden einen leicht erkenntlichen Horizont.

Unter den Stachelhäutern zeichnen wir besonders die Familie der Blastoideen aus, welche den Uebergang von der Familie der Seeäpfel zu derjenigen der Seelilien bildet. Das Thier besteht aus einem Kelche, §. 473.

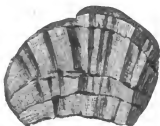
der oben geschlossen ist und auf dessen Scheitel fünf Felder sich zeigen die einen Stern bilden und zahlreiche Anhänge tragen, welche ganz

Fig 220.



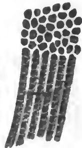
Lasmocyathus aranea

Fig. 221.



Chaetetes radians. Von Moskau.

Fig. 222.



Die Zellen der Oberfläche und die Röhren vergrössert.

den Anhängen der Arme bei den ächten Seelilien gleichen. Der Kelch ist aus einer grösseren Anzahl von Stücken zusammengesetzt, der Stiel, womit die Thiere befestigt sind, nur sehr kurz und aus einigen Scheibchen gebildet. Der Mund dieser Thiere befindet sich in der Mitte des fünfstrahligen Sternes auf dem Scheitel, daneben der After und die Genitalöffnungen, wie es scheint, in den Winkeln des Sternes um den Mund herum. Die Gattnng *Pentremites* (Fig. 223 bis 227), welche

Fig. 223.



Pentremites florealis. Von der Seite.

Fig. 225.



Pentremites sulcatus. Von der Seite, mit wohlerhalten Fiedern auf den Ambulacralfeldern.

Fig. 226.



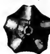
Pentremites Pailleti. Von der Seite.

Fig. 224.



Pentremites florealis. Von oben.

Fig. 227.



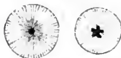
Pentremites florealis. Von unten.

zu dieser Familie gehört und sehr zahlreiche Arten, namentlich im Kohlenkalke zeigt, aber auch in dem silurischen und devonischen Systeme vorkommt, hat einen birnförmigen Kelch, der aus drei Reihen übereinander stehender Täfelchen zusammengesetzt ist und auf der

Scheitelfläche fünf lanzettförmige Sternfelder zeigt, auf welcher eine Menge feiner gegliederter Armfäden aufsitzen. Gewöhnlich indess sind diese Armfäden ausgefallen, und dann zeigen sich auf diesen Feldern bald Längsstreifen, bald Porenzeichen, die in zwei Längsreihen längs dem äusseren Rande des Sternfeldes gestellt sind.

Von den häufig vorkommenden Seelilien bilden wir die Stengelglieder der Gattung *Rhodocrinus* ab, welche radförmig mit vielen Speichenlinien in einander eingelenkt sind und in so zahllosen Massen in manchen Schichten des Kohlenkalkes vorkommen, dass man diese als Entrochitenkalke (*Calcaires a entroques*) bezeichnet hat. §. 474.

Fig. 228.



Säulenglieder (Entrochiten) von *Rhodocrinus verus*.

Besonders charakteristisch ist unter den Seelilien des Kohlensystemes ferner die Gattung *Platycrinus* (Fig. 229), deren dünner beutelförmiger Kelch aus drei Basalstücken und fünf Schulterstücken besteht, auf welchen die doppelt getheilten, geschwungenen Arme aufsitzen, die stets aus zwei Reihen von Plättchen bestehen und sehr zahlreiche innere Ranken tragen. Zwischen diesem Kranze von Armen zieht sich der Eingeweidesack des Kelches in eine aus eckigen Stücken zusammengesetzte, stumpfe Röhre aus, die wie eine abgestumpfte Säule zwischen den Armen aufragt. Die Säule dieser Seelilien ist abgeplattet, so dass die Stengelglie-

Fig. 229.



Fig. 231.



Fig. 232.

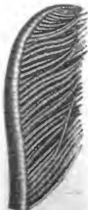


Fig. 230.



Platycrinus triacontadactylus.

Fig. 229. Der Kopf im Ganzen. Fig. 230. Einzelnes Säulenglied.
Fig. 231. Die innere Säule des Kelches. Fig. 232. Einzelner Arm mit den Ranken.

der einen elliptischen oder linsenförmigen Umriss darbieten. Nur eine Art der zahlreichen Gattung kommt in dem devonischen, alle übrigen in dem Kohlensysteme vor.

Bei der Gattung *Cyathocrinus* (Fig. 233 bis 236) ist der Kelch beutelförmig, hohl, aus drei Reihen von je fünf Stücken zusammengesetzt,

Fig. 233.



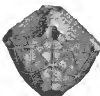
Einzelne Kelchplatte.

Fig. 234.



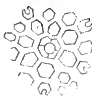
Säulenglied.

Fig. 235.



Der Kelch im Ganzen.

Fig. 236.



Die Kelchglieder auseinander gelegt.

Cyathocrinus caryocrinoides.

die mit vorspringenden Leisten geziert sind. Die Oberfläche des Kelches wird von unregelmässigen pflasterförmig an einander liegenden Stücken gebildet. Die Arme sind kurz, stets nur aus einer Reihe von Platten zusammengesetzt; die Säule drehrund, mit unregelmässigen Hülfsarmen versehen.

§. 475. In dem Steinkohlengebirge treten eigentliche Seeigel hervor, welche sich durch einen kugelförmigen, überall geschlossenen Körper auszeichnen, der gänzlich aus eingelenkten Täfelchen zusammengesetzt ist und nur zwei Oeffnungen, Mund und After, zeigt. Ausserdem finden sich feine Poren oder Löchelchen, welche in Reihen oder Rosetten gestellt sind, die nach fünf Richtungen hin auslaufen und gewöhnlich auf dem Scheitel einen Stern bilden. Durch diese Löchelchen treten die Saugfüsschen hindurch, mittelst deren der Seeigel sich bewegt. Auf der Aussenseite der Täfelchen, welche die Schale bilden, stehen Stacheln, die auf Höckern oder Knötchen eingelenkt sind und oft sonderbare Formen besitzen. Die Familie der Seeigel hat einen kugelförmigen Körper, auf dessen Unterfläche in der Mitte der Mund liegt, der mit einem äusserst complicirten Zahnapparate bewaffnet ist. Der After liegt dem Munde gegenüber auf der Mitte des Rückens, die Fühlergänge sind schmal und bilden fünf meist geschlängelte Reihen vom Munde bis zum After, zwischen ihnen sind grosse runde Höcker angebracht, die in Reihen stehen und bei den eigentlichen Turbanigeln (Cidariden) grosse oft sehr dicke und lange, unförmliche Stacheln tragen. Die Gattung *Palaeocidaris* (Fig. 237 bis 239) hat gestreifte oder dornige Stacheln, durchbohrte Höcker, die an ihrer Basis von einem ringförmigen Wulst

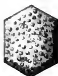
umgeben sind, und keine Kerben an der Basis des Höckers; die Zwischenräume der Ambulacren sind von 5 bis 6 Längsreihen sechseckiger Platten gebildet. Sie kommt nur im Kohlenkalke vor.

Fig. 237.



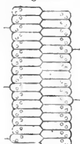
Die ganze Schale.

Fig. 238.



Ambulacralfeld.

Fig. 239.

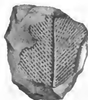


Inter-Ambulacralplatte.

Palaeocidaris (Echinocrinus) ellipticus.

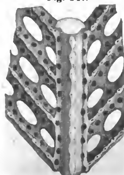
Unter den Bryozoen oder Moosthieren heben wir die Gattung *Ptylopora* (Fig. 240) hervor, die nur in dem Kohlenkalke vorkommt und deren Polypenstöcke etwa die Form einer Feder haben, doch mit dem Unterschiede, dass die seitlichen Aeste stellenweise mit einander anastomosiren und so länglich ovale Zwischenräume lassen. Die runden Zellenöffnungen der Polypen stehen in Reihen zu beiden Seiten des Mittelschaftes und der Seitenäste. §. 476.

Fig. 240.



Ptylopora pluma.
In natürlicher Grösse.

Fig. 241.



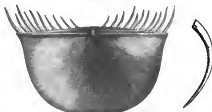
Ein Stück vergrössert.

Aus schon früher erwähnten Gattungen der Brachiopoden bilden wir zwei Arten ab (Fig. 242 bis 244 a. f. S.), die besonders für den Kohlenkalk charakteristisch sind. §. 477.

Die Familie der Vogelmuscheln (*Aviculida*) begreift Muscheln mit unregelmässiger, fast gleichklappiger, blättriger Schale mit linienförmigem, meist aus schwieligen Anschwellungen bestehendem Schlosse und innerem Schlossbande. Die Gattung *Posidonomya* hat eine äusserst §. 478.

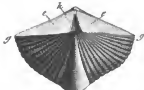
dünne, abgeplattete, zerbrechliche Schale mit kaum vorstehenden Ohren, zahnlosem, schwieligem, geradem, in einen spindelförmigen Canal aus-

Fig. 242.



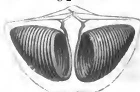
Chonetes Dalmani.

Fig. 243.



Spirifer histericus.
Von der kleinen Schale aus.
g Schloss. *c* Area. *k* Oeffnung.

Fig. 244.

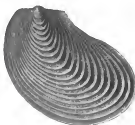


Die Muschel geöffnet, um das auf zwei Kegel spiralig aufgerollte Armgerüst zu zeigen.

gezogenem Schlosse ohne Ausschnitt für den Byssus, wie bei den eigentlichen Vogelmuscheln. Die hier abgebildete Art (Fig. 245) ist durchaus charakteristisch für die Schieferschichten des Culm, in denen sie überall vorkommt.

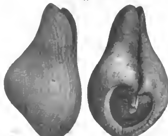
§. 479. Zu der Familie der **Herzmuscheln** (*Cardida*) gehört die den paläozoischen Gebilden eigenthümliche Gattung *Conocardium* (Fig. 246),

Fig. 245.



Posidonomya Becheri.
Leitmuschel des Culm.

Fig. 246.



Conocardium fusiforme.

welche längliche, gleichschalige Muscheln begreift, die vorn meist geschwollen und senkrecht abgestutzt erscheinen, während sie nach hinten

schnabelförmig ausgezogen sind und an diesem schnabelförmigen Hintertheile klaffen.

Die Goniatiten (Fig. 247 bis 249) sind im Kohlenkalke noch §. 480.
eben so zahlreich, als sie in dem devonischen Systeme waren.

Fig. 247.



Goniatites (Aganides) Jossae. Ein junges Exemplar.

Fig. 248.



Dieselbe Art, alt, von der Seite.

Fig. 249.



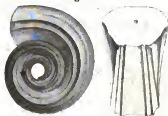
Ansicht von vorn, um die Sättel und Loben der Kammerwandung zu zeigen.

Die Nautilen (Fig. 250 a. f. S.) der älteren paläozoischen Gebilde sind meist so eingerollt, dass man ihre sämmtlichen Windungen sehen kann, während sonst ihre sämmtlichen Charaktere mit den in den späteren Schichten vorkommenden übereintreffen.

Wir erwähnen ausserdem noch der Gattung *Bellinurus* (Fig. 251), die in England aufgefunden wurde und die ihrer äusseren Gestalt nach dem Molukkenkrebse (*Limulus*) ziemlich ähnlich ist, sonst aber durch mannigfaltige Charaktere von derselben abweicht.

§. 481 Unter den luftathmenden **Gliederthieren** sind unzweifelhaft Flügeldecken von Käfern, so wie ganze Käfer, Flügel von Schaben und

Fig. 250.



Nautilus Koninkii, von d Seite u. von vorn.

Fig. 251.



Bellinurus (*Limulus*) *rotundatus*.

Heuschrecken, Netzflügler und ganz besonders mehre Arten von Termiten entdeckt worden, welche alle auf ein mehr südliches Klima hindeuten. Ein grosser **Scorpion** (Fig. 252), der in Böhmen aufgefunden wurde und der sich von den heutigen durch zwölf im Halbkreise gestellte Augen auszeichnet, bestätigt dies Resultat. Andere **Arachnoiden** sind in Böhmen wie im Kohlenkalk von Coalbrook-Dale in Schottland aufgefunden worden. Auch ein den **Tausendfüssern** (*Myriapoda*) ähn-

Fig 252.



Cyclophthalmus Bucklandi.
Von Chomle in Böhmen. Daneben die Flügeldecken eines Käfers.

liches, etwa einen Zoll langes Thier hat man in Neuschottland gefunden (*Xylobius*).

In Hinsicht der **Fische** muss man wohl zwischen den Binnenmulden und der Meeresformation der Kohlenzeit unterscheiden. Der Kohlenkalk wimmelt von einer grossen Anzahl von Ichthyodoruliten, und die ungemeine Häufigkeit dieser Rückenstacheln von haifischartigen Knorpelfischen lässt auf eine bedeutende Menge von Haien schliessen, welche die Kohlenmeere bevölkerten. Unter den Haien ist es aber namentlich die Familie der **Cestracionten**, deren Zähne auch in grosser Menge vorkommen und welchen ohne Zweifel diese Rückenstacheln zugetheilt werden müssen. Der einzige jetzige Repräsentant dieser in den alten Formationen sehr ausgedehnten Familie lebt in der Bai von Port Jackson und zeichnet sich durch Rückenstacheln in den Flossen und namentlich durch seine Zähne aus, welche nicht, wie bei den übrigen Haien, scharf und schneidend und zum Zerfleischen eingerichtet sind, sondern stumpfe Flächen zeigen, und wirklich zum Kauen und Zermalmen kleiner Schalthiere dienen. Die Zähne der Cestracionten, die man fossil findet, haben alle mehr oder minder gefaltete, breite, oft abgeriebene flache Kronen und ausgedehnte schwammige Sockel, auf denen die stark emaillirten Kronen ruhen. Einige Repräsentanten dieser Familie kommen schon in den devonischen Formationen vor; die grösste Entwickelung findet sich in der Steinkohlenzeit. §. 482.

Das Genus *Orodus* (Fig 253), welches durchaus auf die Steinkohlenperiode beschränkt ist, hatte längliche, auf einer breiten schwammigen Wurzel ruhende Zähne, deren Mitte einen breiten stumpfen Kegel darstellt, an welchen sich zu beiden Seiten kleinere Erhöhungen anreihen, die durch einen Mittelkamm mit einander verbunden und durch Faltungseinschnitte von einander mehr oder minder unterschieden sind.

Fig. 253.



Orodus cinctus. Von Bristol.

Fig. 254.



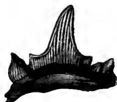
Cochliodus contortus. Von Bristol.
Eine ganze Kinnlade.

Die *Cochlioden* (Fig. 254) hatten breite gewundene Zähne, die in eine einzige Masse zusammengeschmolzen waren, welche die ganze Kaufläche der Kinnlade bedeckte.

§. 483. Die Hybodonten, welche ebenfalls zuerst in der Steinkohlenformation auftreten, bilden eine eigenthümliche Haifischfamilie, die ebenfalls Rückenstacheln besassen, aber durch ihre kegelförmigen rundlichen Zähne von den übrigen Haien sehr abweichen. Der mittlere Kegel ist hoch, etwas flach gedrückt und mit hohen Längsstreifen versehen; die Seitenkegel kleiner. Das Genus *Cladodus* (Fig. 255), welches durchaus auf den Kohlenkalk beschränkt ist, zeigt einen hohen mittleren Kegel und einen oder mehre Seitenkegel, von welchen der äusserste der grösste ist.

Um eine Idee von der Form und Gestalt der Rückenstacheln zu geben, fügen wir hier eine Abbildung eines solchen bei (Fig. 256), der sich durch sein schreibfederartig abgeschnittenes Ende, womit er im Fleische steckt, durch die Längsfalten und die an seinem hinteren Ende befindlichen Zähne kenntlich macht.

Fig. 255.



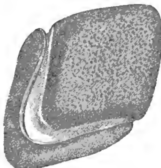
Cladodus marginatus. Von Armagh.

Fig. 256.



Tristychius arcuatus. Von Glasgow.

Fig. 257.



Schuppe von *Megalichthys Hibberti.*

§. 484. In der Ordnung der Ganoiden bemerken wir, dass zwar jene gepanzerten Formen, welche im devonischen Systeme so häufig vorkommen, gänzlich verschwunden sind, dass dagegen die Kleinschupper, sowie die Faltenschupper noch vielfache Vertreter besitzen. Zu ihnen

treten neue Formen, welche der Unterordnung der Eckschupper angehören.

In der Familie der Doppelzeiler (*Disticha*) findet man nicht nur auf der Firste der Schwanzflosse, sondern meist auch der übrigen Flossen spitze Spindeln, die einen doppelten sägeförmigen Kamm bilden, und bald eine heterocerke, bald eine homocerke Bildung der Schwanzflosse, wonach man ebenfalls wie bei den vorigen zwei Unterfamilien unterschieden hat, von denen nur die eine, die der Knochenhechte (Lepidostiden), in den Kohlenschichten repräsentirt ist. Wir erwähnen hier besonders der Gattung *Megalichthys* (Fig. 257), riesenmässige Fische mit grossen starken Kopfplatten, dicken, mit glatter Schmelzlage überzogenen Knochenschuppen und gewaltigen gestreiften Zähnen, die man früher ihrer Grösse wegen für Krokodilzähne hielt.

4. Das Permische System oder die Dyas.

(Penäisches System; *Système Permien; Magnesian limestone.*)

(Rothes Todtliegendes; Kupferschiefer; Zechstein.)

Unmittelbar auf dem Steinkohlensysteme und zuweilen in gleicher §. 485.
Schichtung mit demselben findet sich ein System von Schichten, dessen unterste Lager früher, namentlich in Deutschland, auch deshalb mit zu dem Steinkohlensysteme gerechnet wurden, weil untergeordnete Kohlenflötze darin vorkommen. Indessen hat man an vielen Stellen und namentlich ausserordentlich deutlich in der Umgegend von Zwickau eine abweichende Lagerung dieser Schichten über dem Steinkohlengebirge beobachtet, so dass ihre Abtrennung als besonderes System schon aus geognostischen Gründen nothwendig wird.

Die Kenntniss dieses Systemes war in Deutschland zuerst am vollständigsten ausgebildet, da in seinem Bereiche äusserst wichtige Erzgruben vorkommen; weshalb auch das ganze System in Deutschland nicht selten das Kupferschiefergebirge genannt wurde. Erst später wurde die Analogie der in Deutschland bekannten Schichten mit anderen in England, und namentlich in Russland, vorkommenden näher nachgewiesen und daher der Name des Permischen Systems geschöpft. Da diese die paläozoische Zeit abschliessende Gruppe auch wesentlich aus zwei eng verbundenen Formationen besteht, einer unteren Festlands- und Süsswasserbildung, dem Rothliegenden, und einer oberen, dem Zechsteine, so gebraucht man auch neuerdings vielfach den kürzeren Namen Dyas.

In Deutschland. Rothliegendes. In Deutschland tritt dieses §. 486.
System besonders in dem norddeutschen Hügellande zwischen Erzgebirge, Harz und Thüringerwald hervor (Fig. 258 und 259 auf der folgenden Seite).

Fig. 258.



Karte des Harzes und Thüringerwaldes.

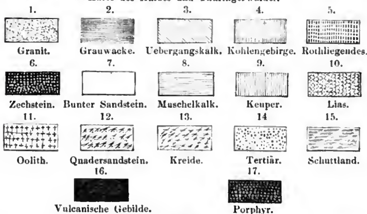
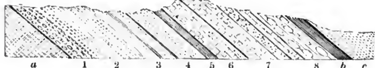


Fig. 259.



Idealer Durchschnitt der Dyas in Deutschland.

a Kohlengebirge. 1 Graues Conglomerat. 2 Rothe Sandsteine mit Einlagerungen von Porphyr etc. 3 Schieferletten. 4 Weissliegendes. 5 Kupferschiefer. 6 Zechstein. 7 Rauchwacke, Asche, Dolomit. 8 Stinkstein, Dolomit, Schlottengyps. (1 u. 2 Unteres Rothliegendes; 3 Oberes Rothliegendes; 4, 5, 6 Untere Zechsteingruppe; 7 Mittlere, 8 Obere Zechsteingruppe.) *b* Rothe Letten. *c* Bunter Sandstein der Trias.

Es besteht aus einer Reihenfolge der mannigfaltigsten Glieder, die von unten nach oben in folgender Reihe sich zeigen. An der Basis finden wir das Rothliegende (Rothe Todtliegende) meist als unmittelbare Decke der Kohlenformation und oft mit dieser, wie schon bemerkt, so innig verbunden, dass noch jetzt viele Geologen Deutschlands das Rothliegende eher dem Kohlensystem zugesellen, um so mehr, als in seinen tieferen Schichten auch häufig Kohlenflötze, wenn gleich meist von geringer Bedeutung, sich finden und die in denselben vorkommenden Pflanzen sich innig an diejenigen des Kohlensystemes anschliessen. Das Rothliegende besteht an der Basis meist aus grauen, darüber aus braunrothen, gröberen Conglomeraten, die bald mehr gerollt, bald mehr eckig erscheinen und häufig nach oben in feinkörnigen Sandstein mit thonigem Bindemittel übergehen. Die Conglomerate sind gewöhnlich aus Bruchstücken der unterliegenden krystallinischen Gesteine, sowie aus Porphyr-, Melaphyr- und Mandelsteinmassen gebildet, welche überhaupt in so mannigfaltiger Weise mit dem Rothliegenden wechsellagern, dass sie als integrirende Glieder des Rothliegenden betrachtet werden müssen.

Die braunrothe Farbe, die fast überall charakteristisch ist, rührt von Eisen her, das überhaupt in dem Rothliegenden bedeutend verbreitet ist und in dem thonigen Bindemittel oft so zunimmt, dass man Zwischenlagerungen von rothen Letten oder blutrothen Röthelschiefern findet. Die unbedeutenden Ablagerungen unreiner Kohlen am Rande des Thüringerwaldes bei Winterstein, Ilmenau, am Gehren, Kleinschmalkalden, sowie diejenigen von Ihlefeld an dem südöstlichen Harzrande, gehören sicher wohl dem Rothliegenden an, während an vielen übrigen Stellen, wo man das Rothliegende als kohlenführend betrachtete, jetzt eine abweichende Lagerung zwischen ihm und dem Steinkohlengebilde beobachtet ist. Wir finden diese Conglomeratbildung hauptsächlich an dem Südrande des Harzes, wo es um die östliche Ecke dieses Gebirges bei Ihlefeld eine hakenförmige Umlagerung bildet, und sich weiter nach Osten auf die rechte Seite der Saale über das Kohlengebiet von Wettin und Löbejün bei Halle fortsetzt. Kleine Erhebungsinseln des Rothliegenden treten dann auch in der thüringischen Triasmulde in der Gegend von Frankenhausen und Rossleben auf und weisen darauf hin, dass dieses Gebilde, wenn auch nicht zu Tage kommend, dennoch diese Triasmulde in ihrer ganzen Erstreckung unterteuft und einfasst. Deshalb sehen wir auch das Rothliegende in sehr bedeutender Erstreckung im ganzen Umkreise des Thüringerwaldes, wo es überall um die krystallinischen eruptiven Kerne dieses Gebirges sich herumschlingt und zwischen sie eindringt, so dass man wohl sagen kann, sämmtliche Gränzen und Buchten der krystallinischen Gesteine am Thüringerwalde seien von Rothliegendem erfüllt, das weiterhin vom Zechstein und den Triasgebilden überdeckt wird. So findet man ein bedeutendes Gebiet von Rothliegendem an dem Nordwestrande zwischen Eisenach und Schweina,

ferner in der Mitte des Thüringerwaldes eine grosse häufig von Porphyren durchbrochene Strecke, zwischen den beiden Hauptkernen des Gebirges, deren unregelmässige Gränzen etwa durch eine Linie von Schmerbuch nach Georgenthal, Zella und Kleinschmalkalden umschrieben werden. Ferner finden sich an dem Südostrande mehr oder minder zusammenhängende Flecken bei Ilmenau, am Gehren und in der Gegend von Schlensingen.

Ein zweites bedeutendes Gebiet von Rothliegendem beginnt in der Nähe von Gera und zieht sich über Crimmitzschau und Glauchau im Norden, Zwickau und Hartenstein im Süden, in die Mulde zwischen dem Erzgebirge und dem sächsischen Mittelgebirge fort, die es bis in die Gegend von Hainichen fast vollständig ausfüllt, so dass sämmtliches Land zwischen Chemnitz und Lichtenstein von dem Rothliegenden gebildet ist. An dem Nordostrande des Erzgebirges tritt dann aufs Neue das Rothliegende zwischen Dresden und Tharand in bedeutender Erstreckung hervor, man findet es dann erst wieder in einzelnen Flecken im Inneren Böhmens an dem südlichen Fusse des Riesengebirges.

Man kann schon in diesen Gebieten das Rothliegende in zwei Gruppen theilen; das untere mit dem grauen Conglomerate am Grunde, in welchem besonders *Walchia piniformis* und *Calamites gigas* als Leitpflanzen vorkommen, und das obere Rothliegende, welches wesentlich aus Schieferletten besteht, zuweilen eine marine Bildung ist und nur an einzelnen Orten vorkommt, wo es die untere Gruppe des Zechsteines ersetzt und statt dieser, gleichzeitig mit ihm, abgesetzt erscheint.

§. 487. **In Westdeutschland.** Das untere Rothliegende oder der Walchien-Sandstein besteht hier aus weissen, grauen, grünen, rothen oder gefleckten Conglomeraten mit schwachen Einlagerungen von Kohle, Kalk, Mergel oder Kupfererz. Man findet diese Gesteine südlich einer von Eisenach über Richelsdorf nach Frankenberg an der Eder zu ziehenden Linie, längs der ganzen Ostgränze des rheinischen Schiefergebirges auf den Schichten des Kramenzels oder des Culms; sehr entwickelt mit bedeutenden Nieren von Thoneisenstein, welche ungemein viel Versteinerungen einschliessen, im pfälzischen Kohlenbecken auf den obersten Kohlenschichten, an einzelnen Stellen längs der Hardt und den Vogesen, am Vogelsberge, Spessart, Odenwald und Schwarzwald, so dass das ganze Rheinthal von Bingen bis Basel hin in der Tiefe mit diesen Schichten erfüllt erscheint, die aber nur an wenigen Orten zu Tage treten. Im pfälzischen Kohlenbecken sind es Conglomerate, rothe und braune Thonschiefer und Schieferletten mit Eisennieren, welche mit dem Namen Lebacher und Cuseler Schichten bezeichnet, vielfach von Porphyr und Melaphyr durchbrochen und an einzelnen Stellen zur Gewinnung von Eisenerzen ausgebeutet werden (S. d. Karte S. 372).

Weissliegendes. Unmittelbar anf dem unteren Rothliegenden §. 488.
lagert an solchen Orten, wo das obere fehlt, das Weissliegende (4 auf dem Durchschnitte); wenig mächtige, meist feinkörnige Schichten eines weissgrauen Sandsteines mit thonigem Bindemittel, in welchem oft einzelne Kalkknollen und selbst untergeordnete Kalkschichten oder Mergel, Schiefer, Gyps, Erdpech eingelagert sind. In Westdeutschland sind es meist rothe und schwarze, an einigen Orten schwach kupferhaltige Sandsteine nnd Schieferthone, die man auch Ullmannia - Sandsteine nach einer häufigen Versteinerung genannt hat. Im Norden hat man das Weissliegende, dass dort Meeresformation ist, als unterstes Glied der Zechsteingruppe anerkannt; in Westdeutschland ist es Festlandsbildung nnd dem Rothliegenden innig verbunden, so dass hier die Dyas naturgemäss aus zwei Gliedern bestände, einem unteren mit Landpflanzen (Rothliegendes) und einem oberen, der Zechsteinformation, die ans vielen Stockwerken zusammengesetzt erscheint.

Zechsteinformation. Die Kupferschiefer (5 a. d. Durchschnitt) §. 489.
lagern nnmittelbar auf dem Weiss- oder Rothliegenden auf und finden sich, trotzdem dass ihre Mächtigkeit höchstens drei Meter beträgt, in änsserst beständiger Weise entwickelt. Sie sind besonders deshalb wichtig, weil sie 2 bis 4, zuweilen selbst 18 Proc. Kupfererz enthalten, so dass sie überall einen sehr bedeutenden und ergiebigen Bergbau an das Licht rufen. Diese Kupferschiefer bestehen aus einem schwarzen sehr bituminösen Mergelschiefer, der oft so von Erdöl durchdrungen ist, dass er als unreines Brennmaterial oder auch zur Darstellung von Asphalt benutzt wird. Die oberen Lager der Kupferschiefer, das Dachflötz, sind gewöhnlich glimmer- und erdpechhaltig, aber arm an Kupfererz.

Ueber dem Schiefer ist eine bedeutende Zone kalkiger Gesteine entwickelt, an deren Basis der dichte, etwas bituminöse Zechstein (6 auf dem Durchschnitte) abgelagert ist, ein thoniger, grauer Kalkstein von meist rauchgrauer Farbe, erdigem oder flachmuscheligem Bruche, der meist Thonzellen, zuweilen auch Quarzsplitter enthält. Nach oben hin geht er in eine mannigfaltige Gesteinsfolge dolomitischer Kalke über, in Rauchwacke (7) von oolitischer oder zelliger Structur, ranchbrauner oder grauer Farbe, deren Höhlungen gewöhnlich mit pulverförmigem, zersetztem Dolomit ausgefüllt sind. Ueber der Rauchwacke liegt die Asche, ein fast gänzlich pulverischer dolomitischer Kalk, der allmälig in einen bituminösen meist verworren geschichteten Dolomit (8) übergeht, welcher Lager von Anhydrit, Gyps und Steinsalz enthält, die an vielen Orten Salzquellen liefern nnd bei Gera, Artern und Stassfurt durch Bohrversuche aufgeschlossen worden sind. Durch das Auswaschen der Steinsalzmassen sind in dem Gypsgebirge Höhlungen, sogenannte Schlotten, entwickelt,

die häufig Trichter und Seen bilden und diesem Gypszuge des permischen Systemes einen ganz eigenthümlichen Charakter aufdrücken. In dem Zechsteine finden sich häufig noch als Einlagerungen stockförmige Massen von Spatheisenstein, Gänge von Kupfer, Kobalt und Silber; in dem Gypsgebirge Massen von Eisenoxydhydrat, die indess meist nicht bauwürdig sind. Im Allgemeinen hat man in dem Kalkgebilde, dessen Gehalt an Bittererde von unten nach oben stets zunimmt, drei Stockwerke unterschieden; den unteren compacten Zechstein, der nur sehr wenig Magnesia enthält, dagegen häufig von Kupfer und anderen Metallen durchzogen ist mit vielen Meeresversteinerungen; den mittleren aus der Rauchwacke, der Asche bestehend, und endlich den oberen Stinkstein mit Dolomit, Asche, Salzthon und Gyps.

§. 490. **Verbreitung der Zechsteingruppe.** Die in dieser Gestalt ausgebildete Formation findet sich hauptsächlich nur in Norddeutschland und zwar überall nur in schmalen Streifen, die entweder auf dem Todtliegenden oder auf älteren Gebilden der Gebirgszüge auflagern und unmittelbar von den Triasschichten überdeckt sind. Man findet den Zechstein am weitesten nach Westen in der Umgebung des rheinischen Schiefergebirges, wo ein fest zusammenhängender Zug von Stadtberge über Korbach, Waldeck bis nach Wetter sich hinzieht, und einzelne Flecken noch im Süden des Vogelgebirges und am Nordrande des Spessart zwischen Hanau und Aschaffenburg sich zeigen. Bei weiterem Verfolgen nach Osten findet man dann den Zechstein in Hessen in einzelnen Flecken bei Richelsdorf und Allendorf, wo er durch seine stark aufgerichteten Schichten erhobene Faltungen der Gesteine andeutet, die noch in der Richtung des Thüringerwaldes streichen; so dass man wohl annehmen kann, dass ein ununterbrochener Zug von Zechstein über Korbach, Eschwege und Richelsdorf bis zur Spitze des Thüringerwaldes bei Eisenach sich fortzieht, dass aber der Zusammenhang dieses Zuges durch die übergelagerten Triasgebilde verdeckt ist. Das Thüringerwaldgebirge ist auf beiden Seiten von einem schmalen Streifen von Zechstein eingefasst. Die südliche Gränze zieht sich von Wartha an Marksuhl vorbei über Schweina, Schmalkalden, Benshausen bis nach Schleusingen; das weit schmalere Nordband von Eisenach im Süden an der Ohrdruf vorbei nach Ilmenau. Von hieraus verfolgt man nun den Zug, der die Nordgränze des Grauwackengebietes vom Fichtelgebirge einfasst und ununterbrochen von Königsee über Blankenburg, Saalfeld, Pösneck, Neustadt etc. nach Gera sich fortzieht; eine kleine, diesem Zuge angehörige Insel findet sich bei Rudolstadt, und weitere, seine östliche aber verdeckte Fortsetzung andeutende Flecken bei Crimmitzschau, Lahndorf und Altenburg. Ein gewaltiger Zug, in welchem besonders die Kupferschiefer und die Gypsgebilde entwickelt sind, schlingt sich um den ganzen Harz an dem Südrande umher und bildet um

die östliche Ecke dieses Gebirges einen schlingenartigen Haken. Hier verfolgt man die Zechsteinformation wallartig von Seesen an bis in die Gegend von Ermsleben, und bei Eisleben findet man, dass sie einen grossen Bogen in das Triasbecken von Thüringen hineinsendet, der bis Frankenhausen reicht und noch weitere Inseln im Süden von Artern erkennen lässt. Die weissen Gypshügel, welche in der Erstreckung dieser ganzen Länge vor dem Harze sich hinziehen, geben diesem Gebirge von der Südseite her eine ganz eigenthümliche Physiognomie. Combinirt man alle diese Erstreckungen zusammen, so sieht man, dass der Zechstein eine weite Mulde bildet, die an das rheinische Schiefergebirge, den Thüringerwald, das Fichtelgebirge, das sächsische Mittelgebirge und den Harz sich anlehnt, aber nur in ihren Ausläufern und mit den aufgerichteten Rändern zu Tage kommt, sonst aber von übergelagerten Gebilden verdeckt wird.

In England (siehe die Karte, Fig. 192 Seite 317) gleichen die §. 491.
Charaktere des permischen Systemes den deutschen Bildungen. An der Basis finden sich dunkelrothe, grobkörnige Sandsteine, rothe Mergel, Thon und Röthelschiefer zuweilen mit untergeordneten Lagern von Eisenstein und mit vielfachen Porphyrdurchbrüchen, die dem Todtliegenden entsprechen. Hierauf folgen bituminöse Mergelschiefer, aber ohne Kupfererz, dagegen dieselben Fischabdrücke wie im Mansfeldischen enthaltend. Endlich folgt als Krönung des Systemes der Zechstein (*magnesian limestone*), in der Tiefe compact und erdig, wohlgeschichtet und darüber alle jene mannigfaltigen Bildungen von Rauchwacke, Asche, Stinkstein, Höhlendolomit, Gyps, Mergel und Letten, nur kein Steinsalz, und eine Menge von Versteinerungen in dem Zechstein, die ganz denen des deutschen Zechsteines entsprechen.

In Russland (s. d. Krt. Fig. 84 S. 235) hat die Stadt Perm, die fast in §. 492.
dem Mittelpunkte eines ungeheuren Beckens liegt, dem ganzen Systeme den Namen gegeben. Dieses Becken erstreckt sich von der Kette des Ural- und der Timanberge bis nach Moskau hin, und bildet den grössten Theil der Bodenfläche des europäischen Russlands. Es lagert überall, im Norden, Osten und Westen, auf den Schichten des Kohlenkalkes auf, die wir oben beschrieben, ist nur in der Mitte von einem länglichen Streifen jurassischer Schichten überdeckt und sinkt südlich in der Gegend von Orenburg, Simbirsk und Wladimir unter die Schichten des Jura und der Kreide. Alle Schichten dieses Beckens liegen fast horizontal, doch mit geringer Neigung gegen die Mitte hin, so dass man auf einer Reise von Nowgorod nach Perm, wo man das Ausgehende der Schichten quer durchschneidet, stets jüngere Lager antrifft, aus denen auf weite Erstreckungen hin der Boden gebildet ist. Es besteht aus einer Festlandbildung, dem Rothliegenden und der darüber ausgebreiteten marinen Gruppe. Die Conglomerate des Rothliegenden fehlen,

wie denn überhaupt die ganze Bildung des Beckens auf eine sehr ruhige, ungestörte Ablagerung hindeutet. An der Basis findet man graugrüne und pfefferfarbige Sandsteine und Mergel mit Pflanzenresten, darüber plattenförmige, sandige Süsswasserkalke mit mächtigen stockartigen Einlagerungen von Gyps, Kreidemergel, Dolomit und Rauchwacke; die Gypsmassen nähren Salz- und Asphaltquellen und sind häufig von Schwefel durchdrungen; die oberen Lagen sind aus grauen, dunkelfarbigen oder rothen Sandsteinen gebildet, welche einzelne Kohlenschmitzen, verkieste Baumstämme und im östlichen Theile des Beckens Mergelschiefer mit Kupfererz enthalten, die gegen den Ural hin stets reicher werden. Die Zechsteingruppe ist meist von jüngeren Formationen bedeckt; aber da wo sie sichtbar ist, besteht sie aus zwei Gliedern: einem unteren Stockwerke, aus Sandsteinen, Schieferthonen und ganz besonders gelben Kalken bestehend, welche fast nur Brachiopoden (*Productus Cancrini etc.*) enthalten, und einem oberen Stockwerke, aus Mergeln und weissen feinblasigen und oolithischen Kalken bestehend, in welchen fast keine Brachiopoden, dagegen viele Blattkiemer und Schnecken vorkommen.

(Siehe die Tabelle auf Seite 379 bis 381: Vergleichende Uebersicht der Dyas mit den charakteristischen Versteinerungen.)

§. 493. Die **Flora** der Dyas ist besonders in dem Todtliegenden und in den entsprechenden Schichten entwickelt und zeichnet sich gegenüber der Kohlenperiode durch eine bedeutende Armuth aus. Es finden sich zwar in ihr eigenthümliche Gattungen, welche von denjenigen der Kohlenschichten verschieden sind, dagegen auch viele, welche mit Pflanzen der Kohlenformation identisch sind, und andere wieder, welche in die Flora der überliegenden Schichten, der Trias, sich fortsetzen. Meistens sind es Landpflanzen, indessen sind im Kupferschiefer und Zechstein auch einige Meeresalgen gefunden worden. Die Calamiten, Asterophyllen, Annularien und Farren dauern fort, wenn auch mit zum Theil eigenthümlichen und für einzelne Schichten charakteristischen Arten; die Bärlappe, Cycadeen, Nadelhölzer und Palmen nehmen zu.

Fig. 260.



Walchia piniformis.
Aus der obersten Steinkohle und dem untersten Rothliegenden. *a* Zweig. *b* Fruchtähre. c Samenkapseln.

§. 494. Unter den Lycopodiaceen zeichnet sich besonders die Gattung *Walchia* (Fig. 260) aus — hohe Stämme mit fiederständigen, zuweilen zwei-

Vergleichende Uebersicht der Dyas mit den charakteristischen Versteinerungen.

Nordöstliches Deutschland.	Südwestliches Deutschland.	England.	Russland.
Oberer Zechstein.			
Plattendolomit — Dolomitischer Kalkschiefer — Stinkkalk.	Plattendolomit und Asche. Rauhkalk.	*Upper magnesian limestone.* — Rothe und grüne Mergel mit Dolomitplatten.	Weisse Kalke, rothe und grüne Mergel.
Ullmannia Bronnii. Chondrites virgatus, Logaviensis. Gervillia antiqua. Pecten pusillus. Pleurophorus costatus. Aucella Hausmanni. Schizodus Schlotheimi. Trochus Altenburgensis.	*Avicula pinnaeformis. Pleurophorus costatus. Aucella Hausmanni. Schizodus Schlotheimi. Trochus Altenburgensis. Nautilus Freieslebeni. Gervillia antiqua.*	*Pleurophorus costatus. Aucella Hausmanni. Schizodus Schlotheimi. Trochus Altenburgensis.*	*Pleurophorus costatus. Gervillia antiqua. Clidophorus Pallasi. Schizodus truncatus. Murchisonia subangulata.*
Salz, Salzthon, Gyps ohne Versteinerungen.	Salzthon und Gyps ohne Versteinerungen.		
Mittlerer Zechstein.			
Rauchwacke, Gyps, Salzthon.	Eisenkalkstein mit Nieren von Thoneisenstein, Bleiglanz, Zinkblende und Fahlerz.	*Middle magnesian limestone. Concretionary- and shell-limestone.*	Grüne und blaue Mergel mit Dolomit, Gyps und Schieferthon.
Hemitrochiscus paradoxus. Prosoponiscus problematicus. Nautilus Freieslebensis. Turbonilla Philipsi. Trochus helicinus, Taylorianus. Natica minima. Chitonellus antiquus. Schizodus Schlotheimi. Arca striata, Kingiana. Edmondsia elongata. Pleurophorus costatus. Aucella Hausmanni. Avicula speluncaria. Gervillia ceratophaga, Sedgwickiana, antiqua. Terebratula elongata. Athyris pectinifera. Spirifer cristatus. Strophalosia excavata. Cyathocrinus ramosus. Fenestella retiformis. Acanthocladia anceps.	Stinkkalk. *Trochus helicinus. Natica minima.* *Arca striata. Aucella Hausmanni. Avicula speluncaria Gervillia ceratophaga.* *Acanthocladia anceps.*	*Prosoponiscus problematicus. Cythere subelongata. Trochus helicinus, Taylorianus. Natica minima. Chitonellus antiquus. Arca Kingiana. Edmondsia elongata. Aucella Hausmanni. Avicula speluncaria. Gervillia ceratophaga, antiqua, Sedgwicki. Athyris pectinifera. Spirifer cristatus, curvirostris. Strophalosia excavata. Cyathocrinus ramosus. Fenestella retiformis.*	*Gervilia ceratophaga. Ostrea matercula. Athyris pectinifera.* *Fenestella retiformis.*

Nordöstliches Deutschland.	Südwestliches Deutschland.	England.	Russland.
Unterer Zechstein.			
Zechstein, unterer Mergelschiefer. (Aequivalent: Oberes Rothliegendes mit Araucarites.)	Zechstein und Mergelschiefer.	*Compacte limestone.*	Gelber Kalkstein.
Cythere nuciformis, Geinitziana, subgracilis. Productus horridus. Serpula pusilla. Nautilus Freieslebeni. Turbonilla Roessleri, Philipsi. Euomphalus Permianus. Pleurotomaria Verneuili. Dentalium Speyeri. Allorisma elegans. Schizodus truncatus. Nucula Beyrichi. Leda speluncaria. Avicula speluncaria. Gervillia antiqua. Pecten pusillus. Terebratula elongata. Camarophoria Schlotheimi. Spirifer alatus. Orthis pelargonata. Strophalosia Goldfussi. Eocidaris Keyserlingi. Cyathocrinus ramosus. Stenopora columnaris. Phyllopora Ehrenbergi. Nodosaria Geinitzi.	*Productus horridus. Nautilus Freieslebeni. Cythere nuciformis, Geinitziana, subgracilis. Serpula pusilla. Turbonilla Roessleri, Philipsi. Dentalium Speyeri. Schizodus truncatus. Nucula Beyrichi. Leda speluncaria. Avicula speluncaria. Gervillia antiqua. Terebratula elongata. Camarophoria Schlotheimi. Spirifer alatus. Orthis pelargonata. Strophalosia Goldfussi. Eocidaris Keyserlingi. Cyathocrinus ramosus. Stenopora columnaris. Phyllopora Ehrenbergi. Nodosaria Geinitzi.*	*Cythere subgracilis. Serpula pusilla. Nautilus Freieslebeni. Turbonilla Philipsi. Euomphalus Permianus. Dentalium Speyeri. Allorisma elegans. Schizodus truncatus. Gervillia antiqua. Pecten pusillus. Terebratula elongata. Camarophoria Schlotheimi. Spirifer alatus. Productus horridus.*	*Productus Cancrini, hemisphaerium, horridus. Spirifer curvirostris, Schrenki, rugulatus, Blasii. Strophalosia horrescens, Wangenheimi, tholus. Athyris pectinifera, Royssijiana. Camerophora Schlotheimi. Rhynchonella Geinitziana. Terebratula elongata. Lingula Credneri. Nautilus Freieslebeni. Allorisma elegans. Schizodus truncatus. Camarophoria Schlotheimi. Cyathocrinus ramosus. Stenopora columnaris*
Kupferschiefer.			
Kupferschiefer.	Kupferschiefer.	*Marl slate.*	Kupfersandstein?
Proterosaurus Speneri. Parasaurus Geinitzi. Coelacanthus Hassiae. Platysomus gibbosus, rhombus, macrurus. Pygopterus Humboldti. Acrolepis asper. Palaeoniscus Freieslebeni, elegans. Janassa bituminosa. Sphenopteris bipinnata. Alethopteris Martinii, Goepperti. Ullmannia Bronni, selaginoides.	*Proterosaurus Speneri. Coelacanthus Hassiae. Platysomus gibbosus, rhombus, macrurus. Pygopterus Humboldti. Acrolepis asper. Palaeoniscus Freieslebeni, elegans. Janassa bituminosa. Sphenopteris bipinnata. Alethopteris Martinii, Goepperti. Ullmannia Bronni, selaginoides.*	*Platysomus striatus, macrurus. Pygopterus mandibularis. Acrolepis Sedgwicki. Palaeoniscus elegans, comtus. Lingula Credneri.*	*Ullmannia Bronni, selaginoides. Lingula Credneri.*

Weissliegendes, Grauliegendes, Mutterflötz. *Ullmannia Bronni. Voltzia hexagona. Lingula Credneri. Strophalosia Leplayi. Productus Cancrini. Pecten sericeus. Pleurophorus costatus. Avicula speluncaria. Panopaea Mackrothi.*	**Ullmannia - Sandstein, Kupferletten.** *Ullmannia Bronni. Voltzia hexagona.*	*Incoherent sand.*	**Süsswasserkalk, Gyps, Dolomit?**
Unteres Rothliegendes.			
Rothliegendes. Graues Conglomerat. *Calamites gigas, infractus. Asterophyllitas spicata. Odontopteris obtusiloba. Cyatheites arborescens, confertus. Alethopteris pinnatifida. Psaronius* viele Arten. *Walchia piniformis, filiciformis. Gulielmites Permianus. Pterophyllum Cottaeanum. Cordaites Ottonis, Roesslerianus. Cyclocarpon Ottonis. Noeggerathia palmaeformis. Araucarites saxonicus.*	**Walchia - Sandstein. Lebacher Schichten.** *Walchia piniformis. Calamites gigas, infractus. Asterophyllites spicata. Sphenopteris erosa. Cyatheites confectus. Odontopteris obtusiloba. Alethopteris pinnatifida. Cordaites Roesslerianus, Ottonis. Cyclocarpon Ottonis. Noeggerathia palmaeformis. Archegosaurus Decheni, latirostris. Amblypterus* viele Arten. *Palaeoniscus vratislaviensis. Acanthodes Bronnii, gracilis. Xenacanthus Decheni. Blattina Lebachensis, gracilis. Gampsonyx fimbriatus. Posidonomyia tenella. Unio carbonarius.*	*Lower red and yellow sandstone? Walchia piniformis. Noeggerathia palmaeformis.*	**Graugrüne und pfefferfarbige Sandsteine und Mergel.** *Pinus Auerbachi, Mercklini. Calamites gigas, infractus.*

theiligen Aesten, die mit etwas gekrümmten Blättern dicht in Spiralstellung besetzt sind und im Aeusseren den südlichen Nadelhölzern (*Araucarien*) sehr nahe stehen. Die zapfenartigen Fruchtähren mit dachziegelförmig geordneten Schuppen, mit deren Grunde eine flache eiförmige Samenkapsel verwachsen ist, welche die fast mikroskopischen Samen enthält, bestimmt aber ihre Stellung zu der Bärlappfamilie. Die abgebildete Art, obgleich auch in den oberen Steinkohlen vorkommend, ist charakteristische Leitpflanze für das untere Rothliegende.

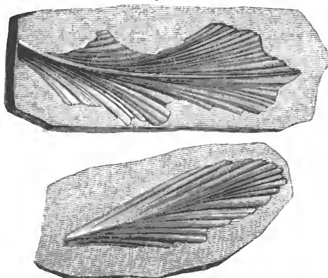
Fig. 260.



Walchia piniformis.
Aus der obersten Steinkohle und dem untersten Rothliegenden. *a* Zweig. *b* Fruchtähre. *c* Samenkapseln.

Die Gattung *Noeggerathia*, von welcher wir hier einige Blätter abbilden (Fig. 261), gehört wohl zu einer eigenen, mit den Cycadeen sehr nahe verwandten Familie und besitzt gefiederte Blätter, deren Fieder-

Fig. 261.



Noeggerathia expansa.

blätter oval keilförmig, gestielt mit sehr zahlreichen und feinen parallelen, von der Basis ausgehenden Nerven ausgestattet sind. Die Samenkapseln wurden unter dem Namen *Rhabdocarpus* beschrieben. Die Gattung zieht sich von dem devonischen Systeme bis durch die Dyas.

§. 495. Zu den eigentlichen Nadelhölzern gehören die *Ullmannien* (Fig. 262), mit lederartigen in Spiralen gestellten, längsgestreiften, auf der Unterseite gestielten Blättern und kurzen, dicken Fruchtzapfen, welche denen der Cypressen ähnlich sehen.

Fig. 262.



Ullmannia Bronni.
Im Weissliegenden und unteren Zechstein.

§. 496. Trotz der vielfachen Entdeckungen, welche eine Menge bisher unbekannter Arten in neuerer Zeit finden liessen, erscheint dennoch die **Fauna** des permischen Systemes im Verhältniss zu den vorigen und folgenden Perioden als eine ausserordentlich arme, was besonders bei der weiten Erstreckung dieser Gesteine in Russland auffällt, wo man ganze Provinzen durchreisen kann, ohne auch nur ein einziges Fossil zu finden; ebenso macht sich diese Armuth auch in Beziehung auf die grösseren Anhäufungen bemerklich, welche man in anderen Schichten beobachtet. Reste von Polypen sind nur selten hier und da zerstreut; Korallenbänke, wie sie in dem devonischen und Kohlenkalke sonst vorkommen, fehlen durchaus. Die Crinoiden, deren Stielglieder im Kohlenkalke ganze Schichten zusammensetzen, sind nur durch äusserst wenige Bruchstücke und Arten repräsentirt. Eigentliche Muschelbänke kommen nur im Zechstein vor. Die Schalen von Muscheln und Schnecken, die man vorfindet, sind meist ebenso einsam und zerstreut als die Polypen und gehören meistens nur unbedeutenden kleinen Arten an. Die Armfüssler wiegen in der permischen Fauna noch ebenso vor, wie in dem Kohlengebirge, und viele Arten sind sogar mit dem Kohlengebirge gemeinschaftlich. Die Cephalopoden sind äusserst selten und treten bis auf einige wenige Arten gänzlich vom Schauplatze.

§. 497. Wir bilden unter den Brachiopoden und Muscheln mehre Arten ab, welche charakteristisch besonders für die Kalke des Zechsteines sind. Die Gattung *Productus* (Fig. 263 u. 264) haben wir schon früher bespro-

Fig. 263.



Productus aculeatus (horridus).
Unterer Zechstein.

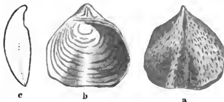
chen, ihr ganz nahe steht die Gattung *Strophalosia*, welche sich durch den Besitz von einer niedrigen Area mit einem kleinen dreieckigen Deltidium unterscheidet; die beiden Klappen, welche durch zwei Zähne in der grösseren und entsprechende Vertiefungen der kleineren Klappe mit einander articuliren, sind mit sehr feinen, röhrenförmigen Stacheln besetzt, welche aber meistens verloren gehen. Die hier abgebildete Art (Fig. 265), welche indessen sehr in ihrer Gestalt variirt, ist Leitmuschel für den mittleren und oberen Zechstein.

Fig. 264.



Avicula (Gervillia) antiqua.
Aus dem permischen Systeme Russlands.

Fig. 265.

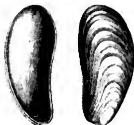


Strophalosia excavata.
a Grosse Schale. *b* Kleine Schale. *c* Von der Seite.

Zur Familie der Miesmuscheln (*Mytilida*), die ein zahnloses Schloss und kleine gewölbte, sehr verlängerte ovale oder dreiseitige Schalen besitzt, deren Wirbel stark nach vorn geneigt ist, und die im Inneren einen ganzen Mantelrand und zwei Muskeleindrücke zeigen, von welchen der vordere meist nur sehr unbedeutend ist, gehört die Gattung *Modiola* (Fig. 266), von welcher wir eine Art abbilden. Sie unterscheidet sich nur dadurch von den eigentlichen Miesmuscheln, dass ihre untere Fläche eine Abrundung bildet, deren Rand etwas über den gebogenen Wirbel hervorsteht. Die Untergattung *Clidophorus* hat eine innere Leiste. Die Archenmuscheln (*Arca*, Fig. 267), von welchen ebenfalls ein charakteristischer Repräsentant im Zechsteine vorkommt, haben ungleich-

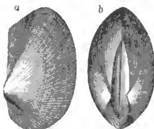
klappige Schalen mit queren, schiefen oder länglichen Schlosszähnen und weit getrennten Buckeln, zwischen denen ein breites Schlossfeld sich ausdehnt.

Fig. 266.



Clidophorus (Modiola) Pallasi.
Im unteren Zechsteine.

Fig. 267.



Arca striata (antiqua).
a Von der Seite. *b* Von den Buckeln aus.
In allen Gruppen des Zechsteins.

Die Trilobiten, welche in der Kohlenperiode noch durch einige, wenn auch seltene Arten vertreten waren, fehlen der Dyas gänzlich, dagegen finden sich schon Krabben (*Hemitrochiscus*) und Asseln (*Prosoponiscus*), Schalenkrebse (*Cythere*), Blattfüsser (*Kirkbya*, *Estheria*). §. 498.

Zu der Ordnung der Flohkrebse (*Amphipoda*), Fig. 268, die einen getrennten Kopf, geringelte Brust, Kiefer, Kinnladen, Kaufüsse und sechs bis sieben Paar ächte Gangfüsse besitzen, und bei welchen der Hinterleib mit zum Schwimmen geeigneten Bauchfüssen und einer bedeutenden Schwimmflosse ausgestattet ist, scheint ein kleines Krebschen zu gehören, welches man bis jetzt nur bei Saarbrücken und an dem Schwarzwalde in Eisennieren oder Schieferthonen der Lebacher Schichten gefunden hat. Das Thierchen hat etwa die Gestalt eines gewöhnlichen Flohkrebses, schlanke, fadenförmige Gangfüsse, von denen die vorderen stärker und vielleicht mit Endklauen versehen waren, zwei Paar Fühler, die borstenförmige Geiseln tragen und ein Paar Kaufüsse, die mit eingebogenen Haken versehen sind. Die Endschwimmflosse besteht aus einem mittleren dreieckigen Stücke und jederseits zwei blattförmigen getrennten Flösschen. Die Ringel des Körpers waren an ihrem Hinterrande mit Franzen besetzt.

Fig. 268.



Gampsonyx fimbriatus.
Im Eisensteine von Lebach bei Saarbrück.

Die Fische der Dyas sind an einigen Orten, besonders im Mansfeldischen Kupferschiefer und in den Lebacher Schichten, zwar ausser- §. 499.

ordentlich häufig, gehören aber dennoch nur wenigen Arten an, was bedeutend gegen den Reichthum der Kohlenperiode absticht. Der schon früher erwähnten Familie der Cestracionten gehört die Gattung *Dictaea* (Fig. 269) an, von welcher wir hier einen Zahn abbilden, der einer im Zechstein weit verbreiteten Art angehört. Die Fische, welchen diese sattelartig gebogenen und qner gefalteten Zähne angehörten, waren fusslange Haie von gedrungenem Körperbau, grossen Brust- nnd Afterflossen mit kleinen dreiseitigen Bauchflossen nnd zwei Rückenflossen, von denen die erste halbmondförmig ausgerundet, die zweite breit und zugespitzt war. Der Chagrin, welcher die Haut dieser Fische bedeckte, bestand ans kleinen rauhen und gekielten Schüppchen.

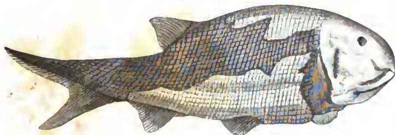
Fig. 269.



Zahn von *Dictaea striata* (*Acrodus larva*). Von Richelsdorf und Thalitter.

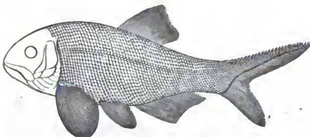
§. 500. Zu den eckschuppigen Ganoiden mit kleinen Zähnen, einer Rücken- und Afterflosse und einer Reihe dachziegelförmiger Schindeln auf der oberen Firste des heterocerken Schwanzes gehören zwei, in den Lebacher Schichten und dem Kupferschiefer häufig vorkommende, durch viele Arten vertretene Gattungen, *Palaeoniscus* (Fig. 270) und *Amblypterus* (Fig. 271),

Fig. 270.



Palaeoniscus Duvernoy. Von Münster-Appel bei Kreuznach.

Fig. 271.

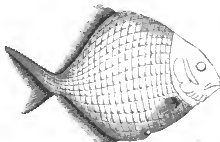


Amblypterus macropterus. Restaurirt.

welche gewissermaassen den kleineren Weissfischen unserer jetzigen süssen Gewässer entsprechen. Beide haben ziemlich dicke Köpfe, bürstenförmige Zähne, mehr oder minder gedrungene Körper, eine heterocerke Schwanzflosse, in deren oberen Lappen die Wirbelsäule sich fortsetzt, eine Rücken- und Afterflosse, sowie Bauch- und Brustflossen; sie unterscheiden sich aber durch die Stellung der Flossen und ihre Zusammensetzung; bei den Paläonisken sind die Flossen weit kleiner, aus weniger Strahlen zusammengesetzt, und die Rückenflosse stets dem Zwischenraume zwischen Bauch- und Afterflosse, der ziemlich gross ist, gegenüber gestellt, während bei den Amblypteren After- und Bauchflossen sich fast berühren und die Rückenflosse oft über beide hinausreicht.

Zu der Familie der Pycnodonten, breiten hohen Fischen mit grossen, tafelförmigen Schuppen, ungetheilter knorpeliger Wirbelsäule, auf welcher lange, knöcherne Fortsätze eingelenkt sind, und breiten, pflasterförmigen Zähnen mit hohler Wurzel, zu denen sich zuweilen einige kegelförmige Schneidezähne gesellen, gehört die Gattung *Platysomus* (Fig. 272), kleine Fische mit flachem, hohem, rhombischem Körper, kleinem Kopfe mit steil abfallender Stirnfläche, kleinen Brust- und Bauchflossen und sehr langen aber niedrigen Rücken- und Afterflossen. Sie hatten kleine runde, meist auf dem Gipfel etwas abgenutzte Zähne und hohe, aber kurze Schuppen.

Fig. 272.

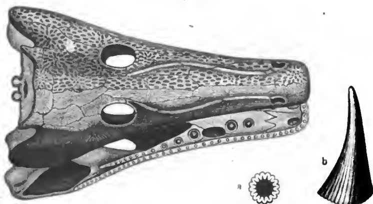


Platysomus gibbosus.
Kupferschiefer und unterer Zechstein.

§. 501. Zu der Familie der Wickelzähner oder Labyrinthodonten, die wir bei den triasischen Gebilden betrachten werden, die aber unzweifelhaft zu der Classe der Amphibien oder froschartigen Thiere und nicht zu derjenigen der Reptilien gezählt werden muss — zu dieser ausgestorbenen Familie gehört die Gattung *Archegosaurus* (Fig. 273 a. f. S.), deren Ueberreste, zwei Arten angehörig, häufig in den Thoneisennieren der Lebacher Schiefer gefunden werden. Die Thiere hatten einen dreieckigen Kopf mit weiten ringsum geschlossenen Augenhöhlen, die hinter der Mittellänge des Kopfes lagen; enge Nasenlöcher, nahe am Schnauzenrande gelegen; einfach gefaltete Zähne, die vorn im Kiefer am grössten waren. Wie bei den meisten anderen Labyrinthodonten waren die Kopfknochen vielfach mit Sculpturen versehen und auf der oberen Fläche ein kleines Scheitelloch und eine Brillenfigur sichtbar, die von Schleimcanälen herrührt. Die Kehle war, wie bei vielen Ganoiden, mit Knochenplatten, der Körper

auf der Unterseite mit sonderbaren knotigen Schuppen bedeckt. Man kennt jetzt das ganze Skelet, welches das Bild eines auf sehr niedrigen Füssen stehenden Salamanders ähnlich dem Riesensalamander aus Japan

Fig. 273.



Kopf des *Archegosaurus Decheni*, von oben, mehr als die Hälfte verkleinert. Man sieht den Unterkiefer halb. *a* Querdurchschnitt eines Fangzahns. *b* Einzelner Fangzahn.

giebt. Ausser dieser Gattung giebt es noch mehre andere Labyrinthodonten.

§. 502. In der Dyas finden wir die ersten Repräsentanten der eigentlichen Reptilien, und zwar der Echsen (*Sauria*). Die Urechsen (*Palaeosaurida*) haben spitze lange und dünne Zähne, die in der Zahnrinne des Kiefers ähnlich wie bei den Krokodilen noch in besondere Höhlen eingekeilt sind. Der Schädel ist lang dreiseitig, die Wirbelkörper kurz, in der Mitte verengt und durch concave oder ebene Gelenkflächen mit einander verbunden. Die Wirbelbögen sind entweder ganz lose oder durch Nähte an die Wirbelkörper befestigt, niemals verwachsen. Die Füsse haben fünf, mit Nägeln versehene freie Zehen, und zwar sind die Hinterfüsse weit länger als die Vorderfüsse. Die Länge der im Kupferschiefer vorhandenen Art mag etwa vier Fuss betragen haben. Ausser der Gattung Proterosaurus, die häufig im Kupferschiefer vorkommt, sind noch Bruchstücke anderer Gattungen, sowie Fährten, die man *Saurichnites* genannt hat, gefunden worden.

Die paläozoische Gruppe im Allgemeinen.

§. 503. Wenn es ohne Zweifel von höchstem Interesse ist, besonders diejenigen Schichten zu untersuchen, welche als die ältesten auf der Erde sich darstellen, so ist auf der anderen Seite zu bedenken, dass hier noch

weit mehr als bei jüngeren Formationen Vorsicht in den Schlüssen angerathen ist, welche aus den gewonnenen Thatsachen zu ziehen sind, indem alle Einflüsse und verändernden Wirkungen, welche wir in der Jetztwelt heobachten können, sich nm so mehr gehäuft haben müssen, je weiter wir in die Vergangenheit zurückgreifen. Ja man kann dreist behaupten, dass viele molekulare und mikrochemische Processe uns erst durch diese in der Zeit geschehene Häufung entgegentreten nnd gewissermaassen sichtbar und greifhar werden, während sie in der Jetztwelt so gering sind, dass unsere Untersuchungsmethoden sie nicht mit hinlänglicher Schärfe erkennen lassen.

Vor allen Dingen muss wiederholt darauf aufmerksam gemacht §. 504.
werden, dsss keine scharfe Gränze zwischen den Schichten, welche Reste von Organismen enthalten, nnd solchen, welche deren enthehren, aufgestellt werden kann, dass es vielmehr wahrscheinlich ist, dass alle sogenannten azoischen Gesteine einst in Gewässern und auf Festlandstrecken abgelagert wurden, welche organisches Leben zeigten. Die Entdeckung des Eozoon in den canadischen azoischen Schichten, welche Versteinerung eines ungewöhnlich grossen Rhizopoden seither auch bei Krumman in Böhmen, im haierischen Walde nnd im Rotthale an der Jungfran in den Berner Alpen in krystallinischen Schiefern gefunden wurde, liefert ebenso wie das Vorhandensein nnd allmälige Untergehen der Versteinerungen in neueren metamorphischen Schiefern und Feldspathgesteinen den Beweis, dass diese nnteren, früher für leblos gehaltenen Schichten allerdings Reste von thierischen und pflanzlichen Organismen enthalten hahen mögen, welche durch verschiedene Processe und hesonders durch die krystallinische Umwandlung der Gesteine verloren gegangen sind. Ja wenn man hedenkt, dass fast reine Kohle (Anthracit und Graphit), welche doch höchst wahrscheinlich stets nur aus umgesetztem organischem Stoffe entstanden sind, sich nicht nur in krystallinischen Schiefern, sondern sogar in gänzlich ungeschichteten krystallinischen Massen (Granit) vorfinden; dass ferner Einlagerungen von Kalk ebenfalls in allen diesen Gesteinen vorkommen und mit Ausnahme der Kalktuffe die Ablagerungen von Kalk überhaupt nur durch Mitwirkung des organischen Lebens entstehen können nach dem alten Grundsatze: „omnis calx ex vivo", so mnss man nothwendig zu dem Schlusse kommen, dass sich überhaupt keine Gränze des organischen Lebens nach unten festsetzen lässt nnd vielmehr die Vermuthnng Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass jedenfalls in allen ursprünglich geschichteten Gesteinen organische Reste vorhanden waren, deren Spnren nur durch spätere Vorgänge verwischt und nnkenntlich gemacht wurden. Es nnterliegt keinem Zweifel, dass jede fernere Entdeckung ähnlicher organischer Reste wie das Eozoon, diese nntere Gränze der Lebensschichten weiter hinabsetzen mnss nnd dass wir somit jedenfalls die Anfänge des

organischen Lebens auf der Erde (wenn es überhaupt gestattet ist, sich die Erde ohne darauf entwickelte Organismen zu denken) in den paläozoischen Schichten, wie sie jetzt abgegränzt werden, nicht vor uns haben, sondern vielmehr eine Entwicklungsperiode desselben, die auf einer früheren, uns noch unbekannten Grundlage fusst.

§. 505. Die paläozoischen Schichten haben jedenfalls eine ausserordentliche Mächtigkeit, und die vier Gruppen oder Systeme, welche darin aufgestellt wurden, lassen sich demnach in Hinsicht auf die Zeit, welche sie zu ihrer Bildung beanspruchten, in keiner Weise mit den später zu betrachtenden Systemen vergleichen. Man hat die Mächtigkeit des Lorenzsystemes zu 30,000 Fuss, die der Primordialzone zu 17,000, des mittleren und oberen silurischen Systemes zu 26,000, des devonischen zu 10,000, des Kohlensystemes zu 12,000, der Dyas in Russland zu 4000 Fuss angeschlagen, was im Ganzen etwa 90,000 Fuss betragen würde. Schätzungen dieser Art sind freilich bei den ausserordentlich häufigen Faltungen und Einknickungen der älteren Schichten sehr misslich und mit vielen Fehlerquellen behaftet, allein wenn auch einige tausend Fuss abgehen, so ist immerhin das Resultat der Schätzung ein staunenerregendes und weit über die Schätzungen der neueren Systeme (Jura, Kreide etc.) erhaben. Man darf also behaupten, dass viele Untergruppen schon diesen neueren Systemen entsprechen und dass genauere Untersuchungen der einzelnen Schichten innerhalb dieser Gruppen eben solche Unterschiede darthun werden, wie sie in jüngeren Formationen constatirt werden können.

§. 506. Da die einzelnen Gruppen einerseits nach der Lagerung, anderntheils nach den in ihnen eingeschlossenen organischen Resten von einander getrennt werden, so muss in Beziehung auf diese beiden Criterien bemerkt werden, dass dieselben, wie überhaupt, so auch hier nicht durchgreifend ausgebildet sind. Während man an vielen Stellen beobachten kann, dass z. B. das obersilurische System abweichend von dem darauf lagernden devonischen geschichtet ist, dass es also nothwendig in seiner ursprünglich horizontalen Lagerung gestört worden sein musste, ehe die untersten devonischen Schichten sich absetzten, ist dieses an anderen Stellen durchaus nicht der Fall, und dasselbe wiederholt sich bei anderen Systemen. So sind z. B. in Sachsen und im pfälzischen Kohlenbecken die unteren Schichten des Rothliegenden von den oberen Kohlenschichten ihrer Lagerung nach gar nicht und kaum durch den mineralogischen Charakter verschieden, so dass man nothgedrungen eine ungestört fortgesetzte Ablagerung annehmen muss, während an anderen Stellen schon durch das gänzliche Fehlen des Steinkohlengebildes unter dem Rothliegenden eine Trennung in die Augen fällt. Deshalb ist es auch unmöglich, überall scharf sowohl die Gränze der paläozoischen Bildungen nach oben gegen die Trias wie diejenige der

einzelnen Systeme unter sich nach mineralogischen und stratigraphischen Charakteren festzustellen.

Dasselbe Verhältniss findet statt hinsichtlich der Trennung nach den Organismen. Ein mehr oder minder starker Procentsatz von Arten geht stets aus einem Systeme in das andere, aus einer Gruppe in die andere über, wie man die Gränze auch legen mag, und je mehr die Forschungen sich ausbreiten und in die Untersuchung der einzelnen Schichten sich vertiefen, desto mehr nimmt die Zahl der übergehenden Arten zu. So konnte man nach den Untersuchungen Barrande's in Böhmen glauben, dass die verschiedenen von ihm aufgestellten Stockwerke ihre streng abgeschlossenen Faunen hätten, aus welchen keine Art in das andere Stockwerk überginge — die Untersuchungen im Fichtelgebirge zeigten schon, dass Arten der Primordialfauna sich zu denen anderer Stockwerke gesellten und umgekehrt, dass also die Association der Arten der Tiefe und Höhe nach verschieden sei, und Gleiches hat sich überall für alle Stockwerke der sämmtlichen paläozoischen Systeme und für dieses selbst bewährt. So gehen z. B. aus dem silurischen Systeme 20 Arten in das devonische über, und letzteres hat fast eben so viel mit dem Kohlensysteme gemein. Dies ist aber von Wichtigkeit für die Betrachtung der Erdgeschichte überhaupt. Es wird dadurch bewiesen, dass sich dieselbe nicht aus einzelnen scharf abgeschnittenen Perioden zusammensetzt, sondern dass, wenn Störungen in der Fortsetzung des ruhigen Absatzes an einzelnen Orten eintreten, diese local waren und an anderen Orten eine allmälige Umänderung sich einleitete. An den Gränzmarken zweier unmittelbar auf einander folgender Formationen finden sich immer Schichten, welche den Uebergang dadurch vermitteln, dass Arten der älteren Gruppe mit Arten der jüngeren Formation zusammenliegen und gerade die Existenz solcher Zwischenschichten beweist den allmäligen Uebergang. Ludwig hat diese Beziehungen in folgenden Worten zusammengefasst. §. 507.

a. Jedes einzelne Stockwerk der übereinanderliegenden Gebirgsmassen hat seine eigenthümliche Fauna (und Flora) und stets nur einige, selten mehr als die Hälfte der Arten mit höheren und tieferen gemein. Muscheln, Schnecken und Stachelhäuter sind meistens nur auf eine Etage beschränkt, während die Brachiopoden, Moosthiere und einige Kruster kosmopolitische Arten enthalten, welche nach allen Richtungen wandern.

b. Auch zwischen den als Hauptabschnitte oder Formationen angenommenen Stockwerkgruppen besteht ein derartiger Zusammenhang; es gehen immer einzelne Arten, meistens aber viele Familien (Sippen, Genera) von einer in die andere; es finden sich sogar einige wenige Arten, welche an der einen Localität in tiefen Stockwerken vorkommen, an einem entfernten Fundorte in einer weit höheren, in späteren

Tagen entstandenen Schicht, vergesellschaftet mit Arten, welche am ersteren Orte nicht mit ihr zusammenliegen.

c. Die gleichzeitig in verschiedenen Gegenden abgelagerten Gesteine umschliessen von einander abweichende Formen, gerade wie in verschiedenen Provinzen der heutigen Meere von einander abweichende Mollusken oder überhanpt Thierarten leben.

d. Dabei kommt jedoch eine Anfeinanderfolge der verschiedenen Wesenreihen zur Geltnng, welche die Eintheilung der Stockwerke in einzelne Hanptgruppen ermöglicht. Viele Familien und Ordnungen vergehen, andere nene treten an deren Stelle.

§. 508. Von ganz besonderer Wichtigkeit für diese Höhenvertheilung in verschiedenen Schichten sind auch die von Barrande zuerst aufgestellten Colonien, welche seither auch anderwärts als in dem böhmischen Silursysteme nachgewiesen wurden. Es finden sich nämlich ganze Gesellschaften von Arten, welche in unteren Schichten vorkommen, in unmittelbar darauf folgenden nicht, während sie in höheren Stockwerken wieder zu Tage kommen. Barrande hat wahrscheinlich gemacht, dass dies durch locale Umstände bedingte Einwanderungen von anderen Gegenden her sind, Einwanderungen, die auch jetzt noch vorkommen, wie denn z. B. ein Theil der in der Ostsee befindlichen Arten aus dem Mittelmeere eingewandert ist. Diese Erklärung wird dadurch bestärkt, dass Arten in gewissen Gegenden in unteren, in anderen erst weit später in höheren Stockwerken erscheinen, wie denn z. B. im englischen Untersilur Arten vorkommen, die in Böhmen durchaus auf das Obersilur beschränkt sind. Faltungen und Einbiegungen, die in manchen Gebirgen in grossem Maassstabe auftreten und zuweilen ähnliche Erscheinungen bedingen, sind in Böhmen und England wohl nicht anzunehmen.

§. 509. Indem wir die Betrachtung der in den paläozoischen Schichten repräsentirten Organismen auf die Geschichte der organischen Schöpfung im Zusammenhange verschieben, müssen wir auf die horizontale Vertheilung derselben im Raume etwas näher eingehen.

Ueberrascht durch die Uebereinstimmung der allgemeineren Formen hat man anfangs die Behanptnng aufgestellt, dass die Arten so ziemlich gleichmässig über die Erde verbreitet, mithin gleiche Lebensbedingnngen fast überall vorhanden gewesen seien. Man hat sich seitdem überzengen müssen, dass dies ein grosser Irrthnm war, wie leicht gezeigt werden kann. Die Uebereinstimmung der Typen (Ordnungen, Familien) war grösser, weil überhaupt die Zahl der verschiedenen Typen geringer war; diejenige der Arten war nicht bedeutender als sie jetzt ist. Einige Beispiele mögen dies zeigen. In der Gesammtzahl der Arten der englischen Silurformation finden sich: 14 Proc. Korallen, 5 Proc. Graptolithen, 25 Proc. Brachiopoden, 14 Proc. Muscheln, 9 Proc. Schnecken, $8^1/_2$ Proc. Cephalopoden nnd 13 Proc. Trilobiten; in der

Gesammtzahl der böhmischen Silurformation dagegen: 0,8 Proc. Korallen, 4 Proc. Graptolithen, 12 Proc. Brachiopoden, $13^{1}/_{2}$ Proc. Muscheln, 13 Proc. Schnecken, 35 Proc. Cephalopoden und 17 Proc. Trilobiten; in beiden Systemen ist also eine sehr verschiedene Vergesellschaftung der einzelnen Typen, indem in England der Schwerpunkt auf die Brachiopoden, in Böhmen auf die Cephalopoden fällt.

Die Silurformation von Tennessee hat mit dem Silursysteme von Europa 18 Proc. ihrer Arten gemein; jetzt hat die nordamerikanische Küste mit der europäischen 50 Proc. ihrer Arten gemein.

Die rheinische Devonformation hat mit derjenigen des Harzes gemein $7^{1}/_{2}$ Proc. ihrer Arten, mit England $8^{1}/_{2}$ Proc., mit Nordamerika $1^{1}/_{2}$ Proc.

Es geht aus diesen Beispielen, die wir vermehren könnten, hervor, dass die Uebereinstimmung zwischen den Meerbevölkerungen verschiedener Landstriche hinsichtlich der Arten zur paläozoischen Zeit nicht grösser war als jetzt, dass mithin alle Schlüsse, welche auf grössere Einförmigkeit der Klimate zur paläozoischen Zeit hingingen, durchaus irrig waren. *Es gab damals im Meere ebenso verschiedene Provinzen als jetzt.*

Man hat mit nicht minderer Gewissheit behauptet, dass die Meere §. 510.
der paläozoischen Zeit bedeutend wärmer gewesen seien als jetzt.

Zur Beurtheilung dieses Schlusses können wir uns nur an diejenigen Organismen der paläozoischen Meere wenden, deren analoge Verwandte noch jetzt in unseren Meeren leben. Die Crinoiden, Cephalopoden, Trilobiten sind heute gar nicht oder kaum mehr in der uns umgebenden Thierschöpfung repräsentirt, wir können also unmöglich wissen, welche klimatischen Bedingungen diese Thiere verlangten. Die Brachiopoden mit dicker Kalkschale (Terebrateln, Rhynchonellen etc.) leben heutzutage fast alle in bedeutenden Tiefen der kälteren und gemässigten Zone; nur 20 Proc. der jetzt bekannten Arten leben in wärmeren Meeren und einige von ihnen haben sehr grosse Verbreitungsbezirke, über 50 Breitengrade. Aehnliches findet sich in den silurischen und devonischen Meeren; es ist also höchst wahrscheinlich, dass diese ein gemässigtes Klima in unseren Gegenden besassen. Diesem Schlusse aus den Brachiopoden steht keine einzige Thatsache entgegen; Bryozoen und Corallenpolypen, wie sie dort vorkommen, leben auch in gemässigten und kalten Meeren, erstere sogar vorzugsweise (73 Proc. der bekannten jetzt lebenden Bryozoen). *Es ist also wahrscheinlich, dass das Klima der bekannten Silurmeere in Europa und Nordamerika ein gemässigtes war.*

Dass die Vertheilung der Wärme in den einzelnen Becken nicht so war als zur Jetztzeit, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, aber

zugleich auch durch die Vertheilung des Festlandes und der Meeresströmungen erklärt werden.

§. 511. Ganz in ähnlicher Weise verhält es sich mit den Pflanzen. Hinsichtlich der verticalen Vertheilung bemerkten wir schon in dem Abschnitte von dem Kohlensysteme, dass man dort an verschiedenen Orten Höhenzonen gefunden hat, welche durch die in ihnen vorzugsweise repräsentirten Pflanzen einen besonderen Charakter zeigen. Auch hier gehen einzelne Pflanzen durch sämmtliche Stockwerke hindurch, andere nur von einem in das andere, und wieder andere sind auf ein einziges Stockwerk beschränkt. Auch hier zeigt sich dasselbe Gesetz abweichender Vergesellschaftung, welches wir bei dem silurischen Systeme kennen gelernt, und dasselbe Verhältniss, dass an dem einen Orte eine Art in einer tieferen Zone vorkommt, welche an einem anderen in einer höheren sich zeigt. Es herschen also hier dieselben Gesetze der Vertheilung, und wenn man behauptet hat, dass dieselben Pflanzen in allen Höhen die Steinkohlenflötze erzeugten, so war dies ein Irrthum, der in ähnlicher Weise wie bei den Thieren durch die grössere Gleichförmigkeit der Typen erzeugt war. Auch bei den Pflanzen der Dyas bestätigt sich dies, indem dieselbe fast 7 Proc. der Arten mit der oberen Steinkohle gemein hat.

§. 512. Die horizontale Verbreitung der Pflanzen bestätigt ebenfalls das bei den Thieren Gesagte. Bei den älteren Aufzeichnungen von Bronn finde ich zwischen den Steinkohlenpflanzen von Europa und Nordamerika nur 2,7 Proc. gemeinschaftliche Arten, während dagegen die Arbeiten von Dawson über die Kohlenpflanzen Neuschottlands ein anderes Resultat ergeben. Hiernach wären 33 Proc. der dort vorkommenden Pflanzen Neuschottland ganz eigenthümlich, 40 Proc. gemeinschaftlich mit den südlicher gelegenen vereinigten Staaten, 62 Proc. mit den im Kohlengebirge Europas bekannten Pflanzen. Wenn auch dies Resultat einigermaassen auffallen muss und man erwarten kann, dass fernere Untersuchungen es noch ändern, so beweist es doch eine bedeutende Verschiedenheit der einzelnen Localfloren und spricht demnach für eine Verschiedenheit der Klimate in ähnlicher Weise wie bei den Thieren. Die grössere Zusammenstimmung zwischen Neuschottland und Europa dürfte gerade darauf hinweisen, dass in der paläozoischen Zeit die Verhältnisse (Meeresströmungen u. s. w.), welche eine so bedeutende relative Erwärmung Europas in der Jetztzeit bedingen, nicht vorhanden waren.

§. 513. Wenn auf diese Weise auch aus den Pflanzen eine Verschiodenheit der Klimate hervorgeht, so kann man auf der anderen Seite doch beweisen, dass dieselbe nicht so gross war als in der Jetztwelt, und dass namentlich keine solche Extreme vorkamen als jetzt. In der That weist

die Bildung des Festlandes in der paläozoischen Zeit darauf hin, dass die jetzigen grossen Continente in langgestreckte Inselriffe und Inselgruppen zerspalten waren, welche vom Meere umfluthet wurden, dass also fast überall ein Inselklima herrschen musste, dessen vorwiegende Charaktere grössere Feuchtigkeit der Luft und Abschleifung der Extreme von Hitze und Kälte sind. Die Gleichförmigkeit der Typen und die relative Verschiedenheit der Arten stimmen mit diesem Resultate überein.

Suchen wir in gleicher Weise wie bei den Thieren das Maass der Klimate zu schätzen, welche auf der Erde herrschen, so können wir uns ebenfalls nur an diejenigen Formen halten, welche noch jetzt in der Flora repräsentirt sind. Es ist uns vollkommen unmöglich zu sagen, welche Bedingungen des Klimas zur Vegetation der Siegel- und Schuppenbäume, der Calamiten u. s. w. nöthig waren, da wir hierfür keine analogen Gattungen in der heutigen Flora besitzen. Die einzigen Pflanzen, welche uns Anhaltspunkte geben, sind die häufigen Farren und die sehr seltenen Palmen; ausserdem können wir in der Torfbildung selbst keinen Anhaltspunkt finden. §. 514.

In den Steinkohlen gingen die krautartigen Farren über die baumartigen vor; letztere häufen sich mehr in der Dyas (Psaroniusstämme). Palmen sind überall selten.

In der heutigen Schöpfung gehen krautartige Farren bis zur Gränze der gemässigten Zone, baumartige auf dem Festlande bis etwa zum 30., auf Inseln bis zum 40. Grade (südlicher) Breite in Neuseeland. Die dortigen Gletscher enden auf von baumartigen Farren besetzten Gebieten. An den Gebirgen Südamerikas steigen baumartige Farrenkräuter bis zu einer Höhenzone, die einer mittleren Jahrestemperatur von sechs Graden entspricht. Palmen (*Chamaerops*) gehen bis zum 40. Grade nördlicher Breite und selbst darüber hinaus. Baumartige Farren und Palmen schliessen also ein warm-gemässigtes Klima nicht aus.

Die südlichste Torfbildung, welche wir kennen, findet im Süden der Vereinigten Staaten bis zum 30. Grade nördlicher Breite statt. Weiter südlich bildet sich kein Torf mehr.

Vegetation und Torfbildung zeigen demnach in der paläozoischen Periode auf ein gemässigt warmes Klima hin, in derselben Weise wie die Thiere.

Aus der massenhaften Anhäufung des Kohlenstoffes in den verschiedenen Steinkohlenschichten hat man auf einen weit grösseren Gehalt an Kohlensäure in der Atmosphäre zur paläozoischen Zeit geschlossen und ausserdem noch als Beweis dafür angeführt, dass keine oder nur wenig luftathmende Thiere in denselben vorhanden seien. Seitdem man aber in den Steinkohlen nicht nur Amphibien, sondern auch Insekten verschiedener Ordnungen entdeckt hat, welche jedenfalls in einer mit Kohlensäure stark geschwängerten Atmosphäre nicht aushalten können, §. 515.

ist dieser letztere Anhaltspunkt vollständig entschwunden, und auch die Anhäufung des Kohlenstoffes erscheint vollständig erklärbar aus einer der jetzigen Atmosphäre entsprechenden Zusammensetzung, wenn man die Länge der Zeit in Anschlag bringt, auf welche die Mächtigkeit der paläozoischen Schichten ohnedem hindeutet.

Nach einer Berechnung von **Chevandier** fixirt ein Wald in hundert Jahren so viel Kohlenstoff, um eine Schicht Steinkohlen von 16 Millimeter Dicke zu liefern.

Die Steinkohlenschichten von Saarbrücken haben nach **Dechen** eine Gesammtmächtigkeit von 101,4 Meter.

Hiernach bedürfte es eines Zeitraumes von 633750 Jahren, um durch Waldvegetation eine solche Kohlenmenge zu erzeugen.

Nun ist es aber durch **Liebig's** Untersuchungen namentlich bekannt, dass Wald gerade die unvortheilhafteste Vegetationsgruppirung ist, um den Kohlenstoff der Atmosphäre auf einer gegebenen Oberfläche zu fixiren, und dass Wiesen und Torf eine wenigstens dreifach grössere Quantität von Kohlenstoff in derselben Zeit an sich ziehen. Es mag also daraus hervorgehen, dass die Zeiträume, welche erforderlich wären, um aus einer Torfvegetation unter den jetzigen ähnlichen Verhältnissen die Quantitäten von Steinkohlen zu bilden, welche in den paläozoischen Perioden abgelagert wurden, durchaus nicht über ein annehmbares Maass hinausgehen.

§. 516. Man hat auch behauptet, die Quantität des Kohlenstoffes, welche in den Steinkohlen abgelagert sei, übersteige weit die Menge, welche der Atmosphäre entzogen werden könne und, da dieselbe früher in der Luft gewesen sei, jetzt aber sich nicht mehr darin befinde, so müsse nothwendigerweise die Atmosphäre früher an Kohlensäure reicher gewesen sein. Wir werden später, bei Betrachtung der Circulation des Kohlenstoffes und der Kohlensäure, uns überzeugen, dass die sämmtlichen Niederlagen von Kohlenstoff in der Erdrinde nur eine Art Reservefonds bilden, der langsamer in die Circulation übergeht und dass die Quellen der Kohlensäureerzeugung, also die Rückgabe an die Atmosphäre durch Athmung der Thiere, Zersetzung der Pflanzenstoffe, Ausscheidung aus dem Meere und Ausströmung aus dem Erdinnern in Folge chemischer Zersetzung hinlänglich sind, das Depôt des Kohlenstoffes als Steinkohle und seine zeitliche Entziehung aus der Atmosphäre zu decken. Wir brauchen uns zur Erklärung dieser Ansicht nur auf das thierische Leben zu beziehen. Die Thiere fixiren eine bedeutende Menge dieser Kohlensäure durch Bildung ihrer kalkigen Schalen, die aus kohlensaurem Kalke bestehen, und wenn man die ungeheuren Massen kohlensauren Kalkes bedenkt, die auf der Erde als Sedimentgesteine abgelagert sind, so sieht man ein, dass die darin im Zustande von Kohlensäure befindlichen Kohlenstoffmassen bei Weitem die Steinkohlen-

flötze an Menge überwiegen. Eine leichte Rechnung lehrt in der That, dass eine Schicht kohlensauren Kalkes von einem Meter Dicke ebenso viel Kohlenstoff enthält, als ein Steinkohlenflötz von 24 bis 25 Centimeter Mächtigkeit und 1,30 specifischem Gewichte, und eine Anhäufung kohlensauren Kalkes von 1000 Metern Mächtigkeit, was in den jurassischen Kalken z. B. nicht selten ist, würde einem Flötze von 240 Metern Dicke entsprechen. Eine solche Mächtigkeit haben aber alle vegetabilischen Anhäufungen, welche in den Erdschichten vorkommen, zusammengenommen nicht, und es geht hieraus unwiderleglich hervor, dass die Thiere durch das Bauen ihrer Schalen mehr Kohlensäure fixirt haben, als die Pflanzen durch ihre Zersetzung desselben Gases und Reducirung zu Kohlenstoff. Es ergieht sich aber ferner daraus, dass die Auslaugung und Wegführung des in Form von Versteinerungen niedergelegten kohlensauren Kalkes, die wir in vielen paläozoischen Schichten in so ausgiebigem Grade constatiren können, der Circulation wieder eine ungemein grosse, dem Reservefonds entsprechende Menge Kohlenstoff zurückgeben musste.

Diese Auslaugung und Wegführung von Stoffen musste auf die Lagerung der paläozoischen Schichten einen grossen Einfluss üben. Es kann wohl nicht geleugnet werden, dass ein bedeutender Theil der unzähligen Einknickungen und Faltenbiegungen, welchen wir in vielen dieser Schichten begegnen, auf Rechnung von chemischen und mechanischen Processen geschrieben werden muss, durch welche die Schichten der unterliegenden Stützen beraubt wurden und sich in die entstandenen Räume hinabsenkten, während andererseits die Umkrystallisirung und Umwandlung zur Streckung, Hebung und Faltung ebenfalls das Ihrige beitrug. Es genügt indessen, hier auf diese Processe, die wir später im Zusammenhange betrachten werden, aufmerksam gemacht zu haben, ebenso wie auf die Concentrirung von Erzen in den meisten paläozoischen Schichten, aus denen man ausserordentliche Zusammensetzungen von Meeren und Gewässern hat ableiten wollen, statt sie durch die nothwendige Häufung unendlich kleiner zerstreuter Stoffmengen in der Zeit zu erklären. §. 517.

II. Secundäre Gebilde.

(Mesozoische oder Mesolithische Formationen.)

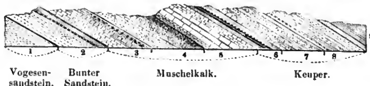
6. Triasisches System.
7. Jurassisches System.
8. Kreidesystem.

6. Die Trias.

(*Groupe triasique*; triasisches System; das Salzgebirge; *terrain salifère.*)

§. 518. Die Gebilde dieser grossen Gruppe, theils sandiger und mergeliger, theils kalkiger Gesteine, welche durch bedeutende Ablagerungen von Steinsalz eine grosse Wichtigkeit für die Industrie besitzen, wurden besonders im südwestlichen Deutschland und Würtemberg durch eine ausgezeichnete Monographie Alberti's näher bekannt, der dort drei sehr bestimmt von einander getrennte Formationen unterschied, die von unten nach oben sich in folgender Ordnung an einander reihen: bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper. Es kann diese Eintheilung in der That für Deutschland als vorzüglich maassgebend betrachtet werden, da hier die mittlere mächtige Masse des Muschelkalkes zwei Formationen durch Zwischenlagerung trennt, von denen die untere mehr sandig, die obere mehr mergelig ist und deren jede eine besondere geognostische Ausdehnung zeigt. Den Fossilen zufolge hat d'Orbigny mit vollkommenem Rechte die beiden unteren Abtheilungen, den Sandstein und den Muschelkalk, zu einem einzigen Stockwerke vereinigt, welches er *Etage conchylien* nennt; derselbe Forscher hat den Keuper als *Etage saliférien* davon abgeschieden — ein Name, der freilich nur für Frankreich Bedeutung hat, wo die hauptsächlichsten Salzquellen im Keuper zu liegen scheinen, während im ganzen Deutschland sie im unteren Muschelkalke sich finden. In der neuesten Zeit hat man

Fig. 274.



Schichtenfolge der Trias in Würtemberg.

1 Vogesensandstein. 2 Bunter Sandstein. 3 Wellenkalk. 4 Anhydritgruppe. 5 Muschelkalk von Friedrichshall. 6 Lettenkohle. 7 Keupermergel. 8 Keupersandstein. 9 Lias.

gefunden, dass die Gruppe besonders in ihrem oberen Theile eine ganz ausserordentliche und reiche Entwicklung, namentlich in den östlichen Alpenketten, erlangt hat, so dass man diese als Typus annehmen müsste. Da indessen bei der Verworrenheit in der Lagerung noch viele Verhältnisse hier nicht vollständig aufgeklärt sind, so stellen wir die in Mittel- und Süddeutschland beobachteten Gruppen als Typus hin, um daran die Betrachtung der übrigen Länder zu reihen.

Der bunte Sandstein.

(Grès bigarré; New red sandstone; Variegated sandstone.)

Charakteristik. Der bunte Sandstein (2) zeigt gewöhnlich eine dunkelrothe Farbe, die von dem eisenhaltigen thonigen Bindemittel herrührt. Das Korn ist meist sehr fein, krystallinisch, und die einzelnen oft sehr mächtigen Schichten sind gewöhnlich durch Thonlager von einander geschieden. In den unteren Lagern wird das Korn meist gröber, das Bindemittel oft kieselig, während zugleich der Thon sich in einzelnen Gallen und Nieren ausscheidet. Diese kieseligen dunkelrothen mittelkörnigen Sandsteine geben jenes vortreffliche Baumaterial ab, aus welchem die Dome zu beiden Seiten des Rheines erbaut sind. In den oberen Lagern werden die Sandsteine gewöhnlich thoniger, die Schichten dünner, schieferiger, und zuletzt gehen sie in Sandschiefer und graue oder grüne geschichtete Thone und Schieferletten über, die meist vielen Schwerspath, Glimmer, zuweilen auch einige Gypsschnüre enthalten, und an einigen Orten schwachen Salzsoolen Ursprung geben. In dem nördlichen Deutschland ist die Ausbildung des bunten Sandsteines nicht ganz der eben beschriebenen gleich, die von Süddeutschland entnommen wurde. Man findet hier meistens unmittelbar auf dem Zechstein Schieferletten und Thone mit kalkigen Zwischenlagern, grobkörnigen Oolithen, Hornkalken, Rogensteinen, die mit Kalksandsteinen und sehr glimmerigen, plattenförmig abgesonderten Sandsteinen wechseln. Erst dann folgt der eigentliche Buntsandstein, der nach oben wieder in bunten Schieferthon und Mergel übergeht, welcher gewöhnlich unmittelbar dem Muschelkalke als Unterlage dient. §. 519.

Bei Salzgitter und Schöningen finden sich in den obersten thonigen Schichten des Buntsandsteins, von Thon und Gyps umgeben, Stöcke von Steinsalz, aus welchen auch einige Salzquellen der dortigen Gegend entspringen. Auch die Salzlager der Umgegend von Berchtesgaden gehören dem Buntsandstein an.

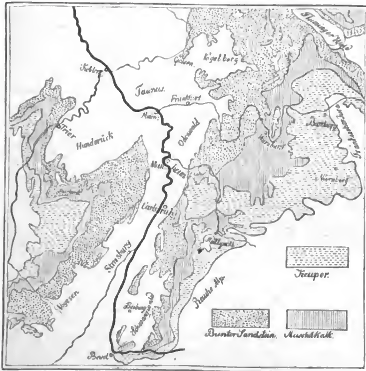
Im nördlichen und mittleren Schwarzwalde, an der Haardt und den Vogesen hat in Mitte des bunten Sandsteines eine bedeutende Niveauveränderung stattgefunden. Die unteren Schichten, die man auch den Vogesensandstein (1) genannt hat und die grobkörnig, kieselig, oft

von Brauneisenstein gefleckt (Tigersandsteine) und oft mit Brocken des unterliegenden Gneissgebirges erfüllt sind, wurden wahrscheinlich aus heftig strömenden Gewässern abgesetzt und dann gehoben, bis auf bedeutende Höhen, wobei sie indessen ihre fast horizontale Lage beibehielten. In den hierdurch entstandenen Becken setzte sich zuerst der eigentliche Buntsandstein und dann die obersten Schichten, Thone und Schieferletten, der sogenannte Röth, ab, so dass sich diese oft weit tiefer, an den Rändern der erhobenen steilen Abstürze befinden. Man hat dieser Hebung wegen früher den Vogesensandstein zur Dyas rechnen wollen, dies aber aufgeben müssen, seitdem man in ihm Reste von Labyrinthodonten gefunden hat, die dem Buntsandstein angehören.

§. 520. **Verbreitung.** Der bunte Sandstein ist hauptsächlich im westlichen Mitteldeutschland entwickelt. Seine Schichten bilden, im Ganzen betrachtet, zwischen dem rheinischen Schiefergebirge, dem Harze, dem Thüringerwalde und dem Erzgebirge eine weite Mulde, welche in ihrem Inneren den Muschelkalk und den Keuper empfängt und bedeutende Ausläufer nördlich in die Weserkette, auf den Nordrand des Harzes bis gegen Osnabrück, Hannover und Magdeburg hin sendet. Südlich setzt sich dieses zusammenhängende Sandsteingebiet einerseits längs des Randes des Fichtelgebirges bis über Baireuth nach Kemnat und andererseits durch Hessen und Franken, den Spessart und grösstentheils den Odenwald bis gegen Heidelberg hin fort. Ein zweites, zwar durch den Rhein unterbrochenes Gebiet umgiebt mantelförmig die Berge am Oberrhein, so dass der Haardtwald gänzlich, die Vogesen und der Schwarzwald grösstentheils von diesem Gesteine gebildet sind. Verfolgt man die Gränzen des bunten Sandsteines, so findet man ihn zuerst von Marburg an über Korbach, Waldeck, Gmünden, Frankenberg, Battenberg und Wetter an dem Rande des rheinischen Grauwackenplateaus, an das er theils unmittelbar, theils von einem schmalen Saume von Zechstein, wie z. B. bei Korbach und Waldeck, getrennt anstösst. (Siehe die Karte des Harzes und Thüringerwaldes, Fig. 258, S. 372. Von Marburg aus erstreckt er sich in zungenförmiger Einklemmung zwischen Schiefergebirg und Vogelsberg im Süden hinab bis gegen Giessen (Fig. 275), umgiebt dann fast vollständig den Vogelsberg namentlich auf der nördlichen, östlichen und südlichen Seite, und füllt das ganze Land zwischem diesem Gebirge und dem Neckar bei Heidelberg an. Der Spessart ist grösstentheils, der Odenwald auf seinem östlichen Abhange von ihm gebildet, so dass man die Gränzen der Erstreckung von Gelnhausen und Meerbolz über Sulzbach, Waldmichelbach bis nach Heidelberg und Wisloch verfolgt. Der Lauf des Neckars zwischen Mosbach und Heidelberg ist gänzlich in dem bunten Sandstein ausgegraben. Von hier verfolgt man die Gränze des Gebietes über Walldüren, Hertheim und Bischofsheim in der Weise, dass stets die bedeu-

tenderen Flussthäler, wie dasjenige der Saale, der Tauber und des Maines in dem bunten Sandsteine ausgegraben sind, während die Zwischenlagerungen und die Höhen von Muschelkalk gekrönt sind. Eine

Fig. 275.



Trias zu beiden Seiten des Oberrheins.

Linie von Werthheim nach Waldorf im Norden von Meiningen gezogen, die anfangs dem Laufe der Saale folgt, giebt nun etwa die östliche Gränze an, nach welcher der bunte Sandstein von dem auflagernden Muschelkalke überdeckt ist. Bei Waldorf trifft der Zug in der Nähe des Thüringerwaldes ein. Dieser ist nun gänzlich auf seiner Süd-, West- und Nordseite von buntem Sandstein eingefasst, auf oder an dem die Städte Schmalkalden, Marksuhl, Eisenach, Waltershausen liegen. Die nördliche Einfassung ist bedeutend schmäler als die südliche, welche über Schleusingen und Hildburghausen einen südlichen Ausläufer nach Baiern hinein, um den südlichen Fuss des Fichtelgebirges herumschickt, einen Ausläufer, der sich über Kronbach und Culmbach bis gegen Baireuth und Kemnat hin erstreckt. Das nördliche um

den Thüringerwald geschlungene Band erweitert sich bedeutend an der Nordostspitze des Thüringerwaldes, zwischen Ilmenau und Stadt Ilm, und setzt sich dann längs des nördlichen Randes des Fichtelgebirges nach Sachsen hinein fort, so dass seine südlichen Gränzen etwa durch die Städte Königsee, Blankenburg, Saalfeld, Weida bezeichnet werden und man einzelne ausläuferartige Stellen von buntem Sandstein noch aus den überdeckenden Gebilden in der Umgegend von Altenburg hervorragen sieht. In mehr zusammenhängender Weise lässt sich dann die Nordgränze des Gebietes von Zeitz aus an Eisenberg vorbei über Kahla nach Remda und Stadt Ilm verfolgen. Auch hier zeigt sich wieder die Erscheinung, dass die Wände der Flussthäler von zungenartigen Erstreckungen des bunten Sandsteins eingefasst sind. So lassen sich in dem Saalethale von Lobeda bis Dornburg und von Naumburg bis Merseburg mehr oder minder zusammenhängende Strecken von buntem Sandsteine verfolgen, die offenbar nur dadurch aufgeschlossen sind, dass die Flussthäler bis in eine gewisse Tiefe sich eingegraben haben. Geht man von dem rheinischen Schiefergebirge bei Korbach und Arolsen der Gränze des bunten Sandsteins nach, so finden wir ihn an der Weser bis Bodenwerder und in verschiedenen einzelnen inselartigen Hervorragungen bei Driburg und Pyrmont, Osnabrück und Ibbenbühren, dort aber meist überlagert von den jüngeren Gebilden der Trias und des Jura. Halbinselartige Zungen strecken sich den Flussthälern entlang gegen das nordische Flachland von Hannover vor. Der Harz bildet gewissermaassen eine Insel im Buntsandsteingebiete, das hauptsächlich auf seinem südlichen Abhange in gewaltiger Breite entwickelt ist. Auch auf dem nördlichen Abhange finden sich Streifen rund um den Harz herum und an dem Westrande bedeutendere Massen, aus welchen die Zechstein- und Kohlenformation bei Halle hervortritt. Aus allen diesen Lagerungsverhältnissen geht hervor, dass der Boden der ganzen Gegend zwischen Odenwald, Fichtelgebirge, rheinischem Schiefergebirge, Harz und Thüringerwald von buntem Sandsteine gebildet ist, der theils von jüngeren Formationen überlagert, theils auch, namentlich in Hessen, von Basalten vielfach durchbrochen ist.

Wir erwähnten schon der südlichen Erstreckung des zusammenhängenden Buntsandsteingebietes, die bis Heidelberg und Wisloch sich verfolgen lässt, dann aber von Muschelkalk und Keuper zwischen Wisloch und Durlach bedeckt ist. Der Buntsaudstein spielt aber noch die bedeutendste Rolle in der Zusammensetzung des Schwarzwaldes und der Vogesen. In ersterem tritt er wieder bei Durlach auf und lässt sich nun dem Thale der Nagold entlang von Pforzheim bis Nagold, dann über Freudenstadt nach Schramberg, Willingen, Hüfingen und Waldshut auf der ganzen Ostgränze des granitischen Kernes des Schwarwaldes verfolgen. Am Süd- und Ostrande finden wir mehr oder minder

zusammenhängende Flecken, bei Sickingen, Schopfheim, Ettenheim, Lahr und Baden-Baden, so das der ganze Granitkern des Schwarzwaldes von einem mehr oder minder zusammenhängendeu Mantel bunten Sandsteines umgeben ist, der indess auf der Rheinseite nur höchst unvollständig ausgebildet erscheint, an dem Südrande aber an einigen Stellen, wie bei Laufenburg, noch über den Rhein herüber ins Schweizerische sich erstreckt. Auf dem linken Rheinufer finden wir den bunten Sandstein am Rande des pfälzischen Kohlenbeckens bei Saarbrück, Homburg, Zweibrücken und Pirmasens, und verfolgen ihn nun in schmalem Bande über Pfalzburg, Saarburg bis nach Epinal, wo er ebenfalls auf dem Westabhange des krystallinischen Kernes der Vogesen angekommen ist, den er nun in weiter Erstreckung umgiebt, so dass Montereaux, Plombières, Luxenil auf buntem Sandstein erbaut sind. An dem steilen, dem Rhein zugekehrten Absturze der Vogesen finden wir einzelne Flecken bunten Sandsteines bei Ruffach, Norheim, Wasselone. Von dem Westrande des pfälzischen Kohlenbeckens bei Merzig und Saarburg aus verfolgt man dann den bunten Sandstein über Trier und Wittlich bis gegen Hillesheim und findet eine Menge einzelner Ablagerungen, die hier und da wie bei Malmedy, Stadt-Kyll und Münstereifel einzelne Ablagerungen auf den devonischen Gebilden herstellen und Reste eines Busens gewesen zu sein scheinen, welcher sich zur Zeit des Absatzes des bunten Sandsteines in das inselartige Gebiet des Schiefergebirges zwischen Hundsrück nnd Ardennen hinein erstreckte.

Aeussere Erscheinung. Der bunte Sandstein bildet in solchen §. 521. Gegenden, wo keine bedeutenden Hebungen stattgefunden haben, im Allgemeinen wellenförmige niedrige Hügelreihen, die eine nur spärliche Vegetation haben und von breit ausgewaschenen Thälern durchzogen sind. In den Gebirgen aber, wo starke Hebungen und Zerreissungen stattgefunden haben, bildet er breite Rücken, sogenannte Grinde, die von tiefen Längsthälern mit steilen Wänden durchschnitten sind, an welchen die festeren Sandsteinschichten wie Friese über die stärker verwitternden Thonlager hervorstehen. Das Malerische solcher tief eingerissenen Felsthäler mit nackten Wänden, wo häufig die verwitterten Felsen alte Gemäuer, Thürme und Burgen mit ihrer Form nachahmen, wird meistens noch durch die Farbe derselben erhöht, welche angenehm gegen das Grün der Buchenwälder absticht, die namentlich auf diesem Boden gern gedeihen. Die technische Nutzbarkeit des Buntsandsteins beschränkt sich fast ganz auf seine Verwendung als Baustein. Seine Verbreitung in ausserdeutschen Ländern ist nur gering und die Formation dort in ihrem Verhalten nicht abweichend von den beschriebenen Verhältnissen.

Der bunte Sandstein ist sehr arm an Versteinerungen, und nur an §. 522. einzelnen Orten, wie namentlich in der Nähe von Sulzbad bei Strass-

burg und Domptail in den Vogesen, hat man nennenswerthe Ueberreste gefunden. An dem letzteren Orte zeigt sich ein Lager von Muscheln, welche unzweifelhaft dem süssen Wasser angehörten, während bei Sulzbad Ueberreste von Reptilien, namentlich aber eine grosse Anzahl von Pflanzenversteinerungen sich finden, die auf eine ganz eigenthümliche Flora hinweisen. Aus den Reptilien namentlich geht hervor, dass der bunte Sandstein in paläontologischer Hinsicht sich nur dadurch von dem Muschelkalke unterscheidet, dass er eine fluvio-marine oder Landformation, der Muschelkalk dagegen ein Meeresgebilde ist.

Der Muschelkalk.

(*Calcaire coquillier*; rauchgrauer Kalkstein; *Conchylien.*)

§. 523. **Zusammensetzung.** Man kann diese bedeutende Meeresformation, welche von der Unzahl von Versteinerungen, die sie in einzelnen Schichten führt, ihren Namen erhalten hat, in drei Hauptgruppen trennen, nämlich: die untere Wellenkalkgruppe, die mittlere Anhydritgruppe, welche in Deutschland besonders die Steinsalzlager enthält, und die obere Gruppe des sogenannten Hauptmuschelkalkes. In Würtemberg finden wir folgende Gesteinsreihe: als unterste Schicht unmittelbar auf den Schieferletten des Buntsandsteins dunkele Thone, dolomitische Mergel nnd schieferige Dolomite von Gyps durchzogen, die in dünngeschichtete, rauchgraue, gewellte, dolomitische Kalke übergehen, die man ihrer runzeligen, oft mit Schlangenwülsten bedeckten Oberfläche wegen Wellenkalk (3 auf dem Dnrchschnitte, Fig. 274) genannt hat. Häufig ist der Wellenkalk von porösem Dolomit, Thon oder reinen Plattenkalken ersetzt; gewöhnlich findet man auf ihm in der Anhydritgruppe das eigentliche Salzgestein (4), helle gelbgraue oder aschgraue zellige, selbst schlackenartige, meist ausgewaschene Dolomite, in denen durch Auswaschung der Salzstöcke zahlreiche Höhlen entstanden sind; dunkelgraue bituminöse Stinksteine, Nester von Kieseln, Thonen und Hornsteinen, Asche und Zellenkalke, welche dolomitischen Sand in ihren Höhlungen enthalten, und in diesen vielfach wechselnden Gesteinen bald Zwischenlager, bald unregelmässige Stöcke von Anhydrit, Gyps, Salzthon und Steinsalz; der lichtgraue, oft blaue, meist bituminöse Anhydrit bildet den Kern der Stöcke, der aus ihm hervorgegangene graue oder schwärzliche Gyps gewöhnlich den Mantel; das Steinsalz bildet oft grosse Massen, die unmittelbar von dunkel schwarzgrauen weichen Salzthonen umgeben sind, oder es durchdringt auch innig den Salzthon und Gyps, aus denen es durch die Gewässer ausgewaschen wird. Ueber diesen Salzgebilden liegen nun die regelmässig geschichteten Kalklager des gewöhnlich rauchgranen, compacten Hauptmuschelkalkes, der einen erdigen Bruch und viel mergelige Beimischung zeigt, so

dass die Schichten meist durch Zwischenlager von Mergel getrennt sind. Man hat diesen Kalk den Muschelkalk von Friedrichshall (5) oder auch wegen der ungemeinen Häufigkeit der Säulenglieder des Encrinus liliiformis, den Trochitenkalk genannt. An vielen Orten in Schwaben geht dieser Kalk nach oben in ein lichtgraues poröses Dolomitgestein von welliger Schichtung und feinkörnigem Bruche über, das man in Schwaben Nagelfels oder Malbstein nennt, und das häufig durch eine dünne breccienartige Schicht, die ganz aus Fisch- und Reptilienresten zusammengebacken scheint, von dem rauchgrauen Kalkstein abgesondert ist. Im nördlichen Deutschland zeigt der Muschelkalk eine ähnliche Gesteinsfolge; den Wellenkalk und Schaumkalk an der Basis; dann die Dolomitgruppe mit Gyps und Anhydrit und endlich den Muschelkalk, der aber an seiner Basis gewöhnlich oolithische Structur zeigt und erst nach oben hin die rauchgraue Farbe und den erdigen Bruch in seinen Schichten ausbildet.

Erstreckung. Verfolgt man die Gränze des Muschelkalkes von dem südwestlichen Deutschland an, so findet man ihn zuerst zwischen dem Rhein und der Südspitze des Schwarzwaldes, in der Umgegend von Lörrach und Rheinfelden und noch auf dem südlichen Rheinufer bei Muttenz und Basel-Augst, von wo er sich dann über Laufenburg, Thingen und Stühlingen um die Südspitze des Schwarzwaldes herumschlingt. Nun bildet er ein allmälig breiter werdendes Band an dem Ostrande des Schwarzwaldes, das man über Donaueschingen, Villingen, Rothenburg und Herrenberg nach Leonberg, Vaihingen, Pforzheim nach Durlach und Bruchsal verfolgt, wo der Muschelkalk an die Rheinebene hervortritt. Dass er auch den westlichen Rand des Schwarzwaldes umgab, hier aber von dem Rheinschutte überlagert ist, zeigen einzelne zu Tage gehende Flecken bei Kuppenheim und Etteuheim; und ebenso zeigen die Thalgründe des Neckars bei Weiblingen und der Murr bis gegen Murrhard hin, sowie diejenigen der Kocher bei Hall, dass der Muschelkalk überall den Grund des würtembergischen Landes bildet, aber vielfach von den späteren Ablagerungen überdeckt wird. Von Friedrichshall, Wimpfen und Wisloch beginnt nun das grösste Muschelkalkgebiet in Deutschland, welches, auf dem bunten Sandsteine des Spessart und Odenwaldes ruhend, sich über den Main hinaus bis zur Werra hin erstreckt, nach Osten nach und nach unter den Keuper einsinkt und grösstentheils den Boden von Franken und Hessen bildet und bei Meiningen, Hildburghausen und Eisfeld bis an den bunten Sandstein herantritt, welcher den Thüringerwald im Süden umgiebt. So erfüllt der Muschelkalk das ganze Land, in welchem Kocher, Jaxt und Tauber und theilweise auch die Werra fliessen, und schickt einen schmalen Streifen längs des Fichtelgebirges über Hildburghausen, Koburg, Eisfeld und Kronach bis in die Gegend von Baireuth. An ein- §. 524.

zelnen Stellen finden sich auch geringere Einlagerungen und Mulden von Keuper auf diesem fränkischen Hügellande des Muschelkalkes.

Ein zweites bedeutendes Gebiet erfüllt den Boden von Thüringen zwischen dem Harze und dem Thüringerwalde (siehe die Karte Fig. 258, S. 372). Die Muldenform tritt hier auf das Deutlichste hervor. Von Eisenach über Waltershausen, Ohrdruf, Stadt Ilm, Rudolstadt, Lobeda nach Naumburg und Freiburg an der Unstruth, von hier aus über Eckartsberga, Heldrungen, Sondershausen nach Bleicherode, Heiligenstadt, Trefurt und Kreuzburg verfolgt man die Gränzen eines breiten elliptischen Beckens, welches innen vom Keuper überlagert ist und einen nördlichen Arm über Mücheln, Querfurt, Schafstett und Schrablau gegen die Elbe hin sendet. Weiter nach Nordwesten hin streckt sich dieses Becken an den Ufern der Fulda in nördlicher Richtung in weitem Umkreise um den Harz herum, wo eine Menge von einzelnen Flecken und Streifen an dem Leinethal bei Göttingen und von da ab bis an das Bodethal sich zeigen; so dass der ganze Nordrand des Harzes, freilich nicht in solchem Zusammenhange wie der Südrand, von Muschelkalkablagerungen umgeben ist. Diese Schichten sinken überall unter das norddeutsche Tiefland ein, und ein inselartiges Hervortreten des Muschelkalkes bei Rüdersdorf unweit Berlin zeigt wohl, dass dieses ganze Tiefland von Muschelkalk unterteuft ist, der an dieser Stelle durch eine locale Erhebung an die Oberfläche tritt. In dem Wesergebirge finden wir den Muschelkalk hier und da in schmalen Streifen, die an dem Grunde der Erhebungsthäler hervortreten, und dann in einem weiten Gebiete auf dem westlichen Ufer der Weser zwischen diesem Flusse und dem Paderbornischen, von wo aus einzelne Streifen nach Nordwest in den Teutoburger Wald vordringen. Auch auf diesem Gebiete sieht man in den Muldenvertiefungen des Muschelkalkes Ablagerungen von Keuper und hier und da, durch locale Erhebungen veranlasst, in der Tiefe den bunten Sandstein hervortreten. Der Flecken bei Rüdersdorf führt in östlicher Richtung vielleicht zu bedeutenderen Ablagerungen in Schlesien, die besonders bei Oppeln und Tarnowitz und am Gebirge von Sandomir bis an das Ufer der Weichsel bekannt sind.

§. 525. **In Frankreich.** In Frankreich finden wir den Muschelkalk in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zu den Vogesen, wie er sich auf der anderen Seite an dem Schwarzwalde darstellte. Er beginnt an der Südspitze bei St. Loup, und das von ihm zusammengesetzte schmale Band erstreckt sich über Bourbon, la-Marche, Dompaire, Rembervillier, Luneville, Blamont, Saarbourg und Saarunion durch den Boden von Lothringen in nördlicher Richtung bis nach Zweibrücken und Pirmasens in der Pfalz, um von dort aus über Saargemünd, Merzig, Siereck sich um die Westspitze des pfälzischen Kohlengebietes herum zu schlingen

und dann bis nach Bedburg dem Laufe der Mosel und Ruhr entlang in jenen bei dem bunten Sandstein erwähnten Busen des Triasgebildes auf dem rheinischen Schiefergebirge sich hinein zu erstrecken. Von Bedburg aus krümmt sich das Muschelkalkband dem Südrande der Ardennen entlang über Diekirch in östlicher Richtung, wo man es bis über Arlon hinaus verfolgt. In dem ganzen Verlaufe dieser Erstreckung fallen die Schichten nach Westen hin unter den Keuper ein. Ausserdem sehen wir in Frankreich noch einzelne Flecken im Umkreise des granitischen Centralkernes der Vogesen, die aber nur eine geringe Wichtigkeit haben.

Aeussere Erscheinung. Der Muschelkalk bildet mit seinen dichten Kalksteinplatten meist ebene Hochplateaus, die mit steilen abgerissenen Rändern nach dem bunten Sandstein sich abgränzen; nur da, wo die Mergel- und Thonlager mit bedeutenderer Mächtigkeit auf der Oberfläche erscheinen, findet sich Wasserreichthum und damit auch üppige Vegetation. Die Kalkplateaus sind wasserarm, bilden einen unfruchtbaren Boden, scheinen aber ganz besonders von der Buche geliebt zu werden, die an vielen Orten die herrlichsten Wälder bildet. Von besonderer Bedeutung ist aber die Muschelkalkformation durch ihren ausserordentlichen Reichthum an Salz, der fast nirgends in Deutschland vermisst wird. Ueberall, wo diese Formation zu Tage tritt, oder in der Tiefe von den Quellwassern oder Bohrlöchern erreicht werden kann, finden wir die Gewinnung des Salzes als eine wesentliche Industrie. Man kann im Durchschnitte den Ertrag des Muschelkalkes von Deutschland in Salz auf 20 Millionen Centner berechnen. Ausserdem finden sich an einzelnen Stellen, wie namentlich in Oberschlesien bei Tarnowitz und in Baden, reiche Gänge von Galmei und Bleiglanz, die einen bedeutenden Bergbaubetrieb gestatten und wahrscheinlich spätere Einlagerungen aus heissen Quellen darstellen. §. 526.

Der Keuper.

(*Marnes irisées; Variegated marls; Etage saliférien.*)

Lettenkohle. Die sogenannte Lettenkohle (6 auf dem Durchschnitte, S. 398) bildet eine merkwürdige Gruppe von Schichten, die unmittelbar den Muschelkalk bedecken und hinsichtlich ihrer Stellung noch zweifelhaft sind, indem die Einen sie als oberstes Glied des Muschelkalkes, die Anderen als unterstes des Keupers ansprechen. Alle Gesteine dieser Lettenkohle sind ausserordentlich bituminös und mit Pflanzenablagerungen erfüllt. An der Basis befinden sich gewöhnlich bituminöse Thonschiefer, gelbgraue Kalkmergel mit Glimmerschüppchen, Alaunschiefer und Mergelschiefer mit Thonknauern und ganzen §. 527.

Lettenschichten, die nach und nach in die eigentliche Lettenkohle übergehen; schwarze, bröckliche, fettige Kohlen von mattem erdigen Bruche, die leicht verwittern, sehr viel Schwefelkies enthalten und deshalb sowie wegen der grossen Menge blätteriger Thonasche, die sie hinterlassen, hauptsächlich nur zur Vitriol- und Alaunfabrikation verwendet werden. Mergelschiefer, Brandschiefer und Gyps wechsellagern mit diesen Lettenkohlen, die oft von einer dünnen Schicht rauchgrauen dolomitischen Kalksteines oder von feinkörnigen Sandsteinen oder braunrothen Mergeln und Mergelsandsteinen gekrönt werden. Diese Sandsteine enthalten gewöhnlich eine Unzahl von Pflanzenabdrücken und Reste von Fischen und Reptilien.

§. 528. **Keuper.** Hierauf folgt der eigentliche Keuper, den man wieder in eine untere Mergelgruppe (7) und eine obere Sandsteingruppe (8) zerlegen kann. An der Basis finden sich Gyps oder Gypsmergel von bräunlicher Farbe, in welchen Sandberger neuerdings bei Hüttesheim und Baireuth die bisher nur in den Alpen bekannten Schichten von Raibl mit *Myophoria Raibliana* und *Corbula Rosthorni* nachgewiesen hat. Darüber folgen Schichten, die bald zu einem schmutziggelben, rauchgrauen, dichten oder kleinkörnigen spröden Dolomit sich ausbilden, der oft Hornsteinnieren und Kalksteine enthält, durch seine Lagerung aber zwischen Mergeln oben und unten, besonders an den Thalwänden, Friese und somit einen leicht kenntlichen Horizont bildet, welchen man den Horizont Beaumont's genannt hat. An einigen Orten, wie namentlich bei Gölsdorf, geht dieser Dolomit in ein Koprolithenlager über, welches gänzlich aus Fisch- und Saurierresten zusammengebacken scheint und dem der Lettenkohle angehörigen ähnlichen Lager, das bei Grailsheim, Heilbronn u. s. w. entwickelt ist, ziemlich ähnlich sieht. Ueber diesem Dolomit folgen nun die bunten Mergel und Thone von vorherrschend rother Farbe mit scharf abgeschnittenen grünen, gelben und blauen Adern. Meist sind diese Mergel dünnschieferig, mit Letten und Thon gemengt und zuweilen findet man darin dünne Lager von Dolomit und Sandschiefer. Allgemein ist Gyps in diesen Mergeln verbreitet. Bald durchdringt er sie so innig, dass eine Trennung unmöglich wird, bald wieder bildet er Stöcke und Gänge, Zwischenlager und Verwerfungen, und unterscheidet sich von dem Gypse des Muschelkalkes durch seine lebhaften Farben. Steinsalz kommt überall in diesen Gypsmergeln, aber nur in geringer Menge, vor.

Allmälig gehen die Mergel in feinkörnige, gelblichweisse Sandsteine mit thonigem Bindemittel über, die sogenannten Schilfsandsteine (8), welche vortreffliche Quadersteine liefern, zuweilen untergeordnete Lager von schlechten Kohlen und viele Abdrücke von Pflanzen enthaltend. In Würtemberg wird dieser Sandstein nach oben grobkörniger und endlich so zerreiblich, dass er zu mehr oder minder feinem, weisslichem

Sand verwittert, der Nester von Kohlen, Schwefelkies, Bleiglanz, Steinmergel und Thongallen beigemengt enthält. Endlich findet sich noch an vielen Orten, wie bei Rottweil, Stuttgart, Bobenbansen und Degerloch die sogenannte Grenzbreccie, ein ähnliches Koprolithenlager wie dasjenige in der Lettenkohle, und besonders merkwürdig durch die Existenz von kleinen Zähnen, welche sicherlich einem Säugethiere, Microlestes, angehören. Im Norden Deutschlands ist im Ganzen die Gliederung einfacher, indem die vielfach wechselnden Mergellager oft gar keine Sandsteinschichten haben und die Grenzbreccie (*Bone-bed*) durchaus fehlt. So unterscheidet man in der durch Lias ausgefüllten Keupermulde zwischen Helmstedt und Gross-Bartensleben als unterstes Stockwerk bunte Mergel, darüber graue Mergel mit Kieselknollen und als oberstes Glied gelblichweisse Kieselsandsteine.

Erstreckung. Verfolgt man die Grenzen des Keupers in ähnlicher §. 529.
Weise wie diejenigen des Muschelkalkes, so findet man zuerst auf der östlichen Seite der Muschelkalkzone, welche längs des Schwarzwaldes sich hinziebt, eine entsprechende Zone von Keuper, die bei Zurzach am Rheine beginnt und über Rottweil, Sulz, Horb, Rothenburg, Tübingen, Böblingen, Stuttgart, Gmünd und Ellwangen nach Osten verfolgt werden kann. Ein Arm dieses würtembergischen Keupers erstreckt sich auf dem westlichen Ufer des Neckars in der Vertiefung, welche den Schwarzwald vom Odenwalde trennt, über Eppingen und Hilsbach bis an das Rheinthal bei Wisloch, von wo aus die Nordgränze der Keuperzone etwa über Wimpfen und Künzelsau nach Rotbenburg gezogen werden kann. Das ganze würtembergische Hügelland zwischen dem Schwarzwald einerseits und der Alb andererseits gehört so wesentlich dem Keuper an, der in der Nähe der Alb von Lias überdeckt wird, aber überall in den Erosionen der Flussthäler, die von der Alb herabkommen, auch unter dieser Formation zu Tage tritt. Diese Keuperzone setzt sich nun, stets breiter werdend, von Dünkelsbühl und Rothenburg aus über Nürnberg, Bamberg und Koburg fort und schlägt sich über Baireuth um die letzten Ausläufer des fränkischen Jura bis nach Amberg und Hirschau herum. Die Eisenbahn von Nürnberg nach Baireuth läuft fast beständig auf dem dem Jura zugekehrten Rande dieses Keuperbandes.

Ein bei Weitem weniger bedeutendes Keupergebiet Deustchlands findet sich in der thüringischen Mulde, zwischen dem Thüringerwalde, der Saale und dem Harze in schildförmiger Ausbreitung auf der Mulde des Muschelkalkes auflagernd. Man kann hier gewissermaassen zwei untergeordnete Becken unterscheiden, welche durch eine erhobene Muschelkalklinie, die von Trefurt über Erfurt nach Weimar zieht, in zwei Hälften getheilt sind. Das kleinere dieser Becken zeigt sich in der Umgebung von Gotha und Arnstadt; auf dem grösseren liegen Mühl-

hausen, Langensalza, Erfurt, Sömmerda und Kölleda. Von dem Gothaer Becken aus zieht sich der Keuper westlich hinüber und bildet nun auf beiden Ufern der Weser sowie in dem Wesergebirge und in dem Hügellande im Norden des Harzes eine Menge von inselartigen Mulden, schmalen Streifen und Flecken, die überall in Faltungen des Muschelkalkes eingelagert sind. Das bedeutendste Gebiet in dieser Gegend erstreckt sich im Süden des Weserlaufes zwischen Bodenwerder und Rinteln, Nieheim und Detmold und schickt einen Ausläufer längs des Teutoburger Waldes bis nach Osnabrück. Auf dem Westrande der Vogesen bildet das Keupergebiet eine breite Bande, die von der Umgegend von Luxemburg aus schmal beginnt, namentlich aber in der Gegend von Dienze eine bedeutende Breite erhält und dann über Luneville, Mirecourt wieder schmal werdend sich bis an die Südspitze der Vogesen in die Gegend von Vesoul und Villersexel verfolgen lässt. In dieser ganzen Zone fallen die Schichten nach Westen unter den Lias ab und ruhen auf den Dolomiten des Muschelkalkes auf. Es sind grüne, graublaue und violette Mergel, theilweise mit Lettenkohle, hauptsächlich aber mit vielem eingestreutem Gypse, Anhydrit, Salzthon und Salz, über welchen sich jenes Dolomitlager ausbreitet, das wir oben als Beaumont's Horizont bezeichnet. Die Keupermergel sind in ganz Lothringen ungemein reich an Steinsalz, das namentlich bei Dieuze und Vic ausgebeutet wird und fast regelmässige Schichten in diesen Mergeln bildet.

§. 530. **Aeussere Erscheinung.** In allen Gegenden, in welchen wir das Keupergebilde bis jetzt betrachteten, bildet es entweder feuchte wasserreiche Ebenen oder niedriges Hügelland, in welches meist die Flüsse und Bäche tiefe Runzeln gerissen haben, an deren Gehänge die Dolomit- und Sandsteinlager Friese bilden, während die Mergel sanfte Abhänge herstellen. Da, wo hinlänglich für Wasserabfluss gesorgt oder auch die Möglichkeit vorhanden ist, die gypshaltigen fetten Mergel mit Sand zu mengen, ist das Keupergebilde besonders fruchtbar und durch seine Vegetation ebenso wie der darauf ausgebreitete Lias in freundlicher Weise abstechend gegen die wasserärmeren und dürren Plateaus des Muschelkalkes und der höheren Juraschichten, die das Mergelland von beiden Seiten einschliessen.

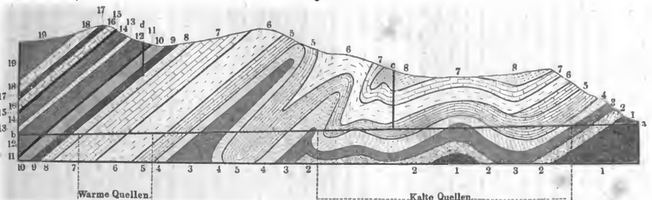
---

§. 531. **Verhalten des Trias im Juragebirge.** Besondere Erwähnung verdient noch das Verhalten der Triasgebilde in dem Juragebirge, in England und in den Alpen. In dem Jura verfolgt man einige bedeutende Einlagerungen, die namentlich in dem Norden des schweizerischen Jura, in den Cantonen Baselland, Solothurn und Bern, sowie auf dem Westabhange bei Salins und Besançon hervortreten. Schon oben wurde er-

wähnt, dass der Muschelkalk und mit ihm der Keuper auf das südliche Ufer des Rheines herübertreten, wo sie von Zurzach bis hart in die Nähe von Basel bei Muttenz eine schmale Zone bilden, die an einigen Stellen bei Basel-Augst und Rheinfelden auch Gelegenheit zur Ausbeutung von Salz gegeben hat. Gegen das Gebirge hin bildet der Muschelkalk höhere Berge und unterteuft dann den Jura, wie am deutlichsten am Tunnel des Hauensteins (Fig. 276 a. f. S.) hervorgeht, von dessen nördlicher Hälfte wir hier einen Durchschnitt geben. Das nördliche Thor setzt im unteren Salzthon an und der Tunnel durchschneidet dann mehrere Falten der sämmtlichen Schichten der Anhydrit- und Muschelkalkgruppe, bis er mit dem Keuper in die regelmässig nach Süd fallende Schichtung eintritt. Der Salzthon spielt hier durch sein Zurückhalten des Wassers eine ganz besondere Rolle, auf die wir später zurückkommen werden. Die Schichtenfolge ergiebt sich aus dem Durchschnitte. Es findet sich hier als tiefste Stufe, wie z. B. am nördlichen Eingange des Hauensteintunnels, der Salzthon, und darüber der rauchgraue Muschelkalk mit mehrfachen Abwechslungen von Dolomitschichten zwischen festeren Kalken und Mergeln und weiter gegen den Jura hin der Keuper in seiner gewöhnlichen Gestalt. Innerhalb des Jura nun finden wir namentlich den Boden einiger Erhebungsthäler mit Muschelkalk und Keuper ausgefüllt und im nördlichen Jura besonders zwei solcher Erhebungsthäler, ein kleineres bei Bärschwyl, ein grösseres, welches von Windisch über Eptingen und Waldenburg längs der Kette des Montterrible oder Wysenberg sich verfolgen lässt. Ueberall zeigt sich hier der Muschelkalk als domförmige Erhebung, die der Axe der Thäler nach aufgehoben und von Gypsmergeln und Keuperthonen auf beiden Seiten überlagert ist; da, wo die Formation bedeutender entwickelt ist, wie bei Salins und Lons-le-Saulnier, kann man in dem Keuper sogar drei Stockwerke unterscheiden, das unterste mit Salzthonen, Steinsalz, Dolomit und Gypsmergeln, das mittlere hauptsächlich aus Gyps und Dolomiten, das obere aus Sandsteinen gebildet.

In England. In England (siehe die Karte, S. 317) bildet die Trias §. 532. ein breites Band, welches bei Exeter an der Küste des Canals, unmittelbar auf den Uebergangsgebilden von Cornwallis auflagernd, beginnt und über Bristol sich bis nach Birmingham fortzieht. Von hieraus umgieht es das nördliche Kohlenbecken in der Weise, dass einerseits nach Westen eine Zunge sich vorschiebt, welche bei Liverpool das Meer erreicht, andererseits eine bandförmige Fortsetzung bis in die Nähe von Newcastle an die Küste der Nordsee sich erstreckt, und einzelne Flecken bei Carlisle auch die Existenz der Umwallung auf der westlichen Seite darthun. Die Schichtenfolge ist dadurch besonders von der deutschen verschieden, dass der Muschelkalk gänzlich fehlt und somit die bunten Sandsteine, welche die Basis bilden, unmittelbar nach oben hin in die Keupermergel

Fig. 276.



Längsdurchschnitt der nördlichen Hälfte des Hauensteintunnels zwischen Basel und Olten.

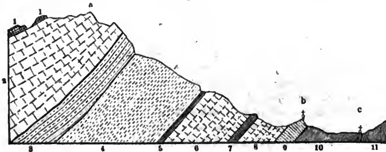
a b Der Tunnel. *c* Durchgebrachter Schacht. *d* Aufgegebener Schacht, wegen von unten aufdringenden Wassers.

Anhydritgruppe: 1 Unterer Salzthon. 2 Anhydrit und Gyps. 3 Oberer Salzthon. 4 Unterer Dolomit des Wellenkalkes. 5 Wellenkalk. Muschelkalkgruppe: 6 Dolomit. 7 Hauptmuschelkalk. 8 Oberer Dolomit. Lettenkohlengruppe: 9 Salzthon. 10 Gyps. 11 Lettenkohle. Keupergruppe: 12 Thon und Mergel mit Gyps. 13 Dolomit. 14 Mergel. 15 Bone-bed. Lias: 16 Gryphitenkalk. 17 Sandmergel. 18 Cymbiumkalk. 19 Schiefer und Mergel.

übergehen, welche auch hier Lettenkohle, Gyps, Steinsalz und Thon enthalten und endlich von dem Bone-bed gekrönt werden, das man früher als das unterste Lager der Lias ansah.

In den Alpen. In den Alpen kann man die Gebilde der Trias hauptsächlich im Osten des Rheinthales verfolgen; im Westen finden sich nur einzelne geringere Flecken, welche so sehr mit dem Lias verschmolzen scheinen, dass an sehr vielen Orten ihre Trennung noch nicht gelungen ist. Im Norden der Alpen finden wir sie in sehr geringer Ausdehnung in der Zone zwischen Montblanc, Genfer See und Rhone bei Monthey und Meillerie, wo sie die Basis der dort brechenden Kalksteine bilden. Dann treten sie erst wieder wohl charakterisirt in den Glarner Alpen, sowie in der Gebirgsmasse auf, welche das Innthal von dem Rheinthale trennt, und man kann hier eine stets breiter werdende Zone verfolgen, welche etwa von Vadnz über Bludenz nach Obersdorf im Illerthale und weiter über Inn, Innspruck, Hallein, Atmond bis in die Gegend von Oedenburg in zusammenhängender Erstreckung streicht. In den baierischen Alpen können das steinerne Meer, der Dachstein, Wendelstein, Zugspitz, Watzmann, die Umgebungen von Partenkirch, Berchtesgaden, Kufstein u. s. w. als die Orte der grössten Entwickelung bezeichnet werden. Im Süden der Alpen ist die Zone nicht ganz so zusammenhängend, doch im Ganzen leicht erkenntlich. Sie beginnt bei Lugano, streicht durch den Comersee über Bellaggio nach dem Leccosee im Norden von Brescia und lässt sich nun weiter in die Gebirge von Südtyrol verfolgen. Zwischen Linz und Villach bei Murau, Judenberg und Gratz finden sich triasische Schichtflecken genug, welche beweisen, dass auch diese südliche Zone eine zusammenhängende und das Alpengebirge auf beiden Seiten von einem Mantel dieser Schichten umgeben war. §. 533.

Fig. 277.



Durchschnitt am südwestlichen Fusse des steinernen Meeres nach Gümbel. 1 Liaskalk. 2 Dachsteinkalk. 3 Plattenkalk. 4 Hauptdolomit. 5 Raibler Schichten. 6 Hallstätter Kalk. 7 St. Cassiangruppe. 8 Hauptmuschelkalk. 9 Rauchwacke. 10 Buntsandstein. 11 Aeltere Schiefer.
a Steinernes Meer. *b* Schloss Lichtenberg. *c* Urschelau bei Saalfelden.

§. 534. **Gliederung der alpinischen Trias.** An der Basis der alpinischen Trias findet sich in oft unabhängiger Erstreckung ein meist rother Quarzsandstein, gewöhnlich grobkörniges Conglomerat, aus mancherlei Rollsteinen und Trümmern älterer zerstörter Massen zusammengesetzt, welches man den Verrucano genannt hat. Die Stellung dieses Gebildes ist nicht ganz sicher, da es niemals Versteinerungen enthält, und auch ausserdem die Bezeichnung äusserst schlecht gewählt, da das Conglomerat von Verruca in der Lombardei, welchem Orte der Name entnommen ist, nicht der Trias angehört, sondern den Puddingen von Valorsine aus der Kohlenformation entspricht. Zudem ist die Bezeichnung mehr eine mineralogische geworden, die häufig auf alle rothe Conglomerate angewendet wurde, die aus Zerstörung älterer Gebilde in den Alpen hervorgegangen sind und in verschiedenen Horizonten sich finden können. Jedenfalls liegt der eigentliche Verrucano unter dem eigentlichen bunten Sandsteine (10 auf dem Durchschnitte), der weiss oder röthlich ist, feines Korn zeigt und in seinen oberen Lagern meist mit rauhen glimmerigen oder kalkigen Thonen und Thonschiefern wechselt. Man hat diese Schichtengruppe die Werfen-Schiefer genannt. An einigen Orten wurden Pflanzenabdrücke, an anderen und zwar in den Schiefern Meeresmuscheln, namentlich *Posidonomyia Clarae*, *Myophoria vulgaris* und *Myacites Fassaensis* darin gefunden.

Im obersten Stockwerke dieser Sandsteinschichten und unter dem Muschelkalke, wie namentlich bei Berchtesgaden zu sehen ist, entwickeln sich stockförmige Massen von Anhydrit, Gyps, bituminösem Salzthon und Steinsalz, welche bei Hallein, Hallstedt, Ischl, Berchtesgaden, Ausseck zur Salzgewinnung ausgeheutet werden. Der bituminöse Salzthon wird das Haselgebirge, der rothbraune oder graue braunblätterige Schiefer mit ausgezeichnetem Fettglanz, der die Thonstöcke umgiebt, das Lebergebirge genannt. Die ursprüngliche Anordnung dieser Ablagerungen, welche im Niveau denen von Norddeutschland entsprechen, ist um so schwieriger zu erkennen, als durch das Auslaugen oberer Salzpartien niedere Schichten getränkt wurden oder auch Höhlungen entstanden, in welche die Kalkdecke nachstürzte, so dass man oft in dem Haselgebirge Kalkknollen von bedeutender Grösse antrifft, die offenbar herabgestürzt und später vom Thone eingehüllt worden sind.

Im südlichen Tyrol, in den Thälern von Fassa, Seriuna und Trompia, wurde man zuerst auf höchst merkwürdige Schichten aufmerksam, die einen bedeutenden Reichthum an Versteinerungen besitzen, und welche jetzt in folgender Lagerung sich darstellen. Ueber dem bunten Sandsteine und dem Röth liegen meist schwarze, sehr harte kalkige Schichten von dünnschieferiger Structur, die dem Wellenkalke sehr ähnlich sehen und meist durch thonige Mergel und Thonschiefer in mächtige Kalkmassen sich fortsetzen, welche die gewöhnlichen Muschelkalkversteinerungen enthalten und in ihrem mineralogischen Verhalten vielfachen

Wechsel zeigen, wie denn überhaupt in den Alpen mannigfaltige Umänderungen der Gesteinsbeschaffenheit etwas sehr Gewöhnliches sind. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass dieser Muschelkalk an vielen Stellen dolomitisch wird und bedeutendere Stöcke bildet. Man hat die unteren meist schwarzgrauen und zerklüfteten Kalke den Guttensteiner Kalk, die oberen, schwarzen dünnen Platten, welche sich leicht poliren lassen, vom Virgloria-Pass am Rhätikon den Virgloria-Kalk (Trigonellenkalk) genannt und letztere dem Hauptmuschelkalke parallelisirt und damit die Muschelkalkreihe abgeschlossen. Die Lettenkohlenreihe beginnt durch in der Partnach-Klamm bei Partenkirchen entwickelte Partnachschiefer, eigenthümliche schwarze Schiefer, welche in rhombische Tafeln zerfallen, mit Sandsteinen, mergeligen Kalksteinen, Gyps und dünnen Dolomitschichten wechsellagern und nicht nur viele Pflanzenreste, sondern auch Streifen von erdiger Kohle enthalten. Die Pflanzenreste sind besonders Bactryllien und Tange der Gattung Chondrites. Ueber den Pflanzenschiefern liegen dünne kalkige Mergelschiefer, meist schwärzlich und bituminös, die gewiss noch derselben Gruppe angehören und unter dem Namen der Schichten von Wengen, oder nach der besonders charakteristischen Versteinerung unter demjenigen der Halobienschiefer bekannt sind. Auf den Halobienschiefern lagern unmittelbar die Schichten von St. Cassian, welche aus graulichen und bläulichen Mergelschiefern und Thonmergeln zusammengesetzt sind, die an der Seiseralp und an verschiedenen Orten durch ihren Petrefacten-Reichthum bekannt sind. Im nördlichen Alpengebiete folgen hierauf die sogenannten Hallstätter- oder Arlberger-Kalke, poröse, schwarze oder hellgraue Kalke, denen im Süden die Kalke von Arese oder oolithische Dolomite mit mäandrischen Zeichnungen und die bekannten Dolomite des Schlern in Südtyrol zu entsprechen scheinen. Hiermit könnte eine Gruppe der alpiner Trias abgeschlossen werden.

Hierauf lagern Sandsteine, Mergelkalke, welche als bezeichnende Versteinerung die *Cardita crenata*, *Corbula Rosthorni* enthalten und die man deshalb die Raibler-Schichten oder Cardita-Schichten genannt hat.

Ihnen folgen die meist versteinerungslosen Massen des Hauptdolomites, wüste, steil ansteigende, hellgraue oder weisse Bergstöcke mit zerrissenen Zacken, tief eingeschnittenen Wasserrunsen und ungeheuren Schutthalden, meist aller Vegetation bar, die sich ebenso in den baierischen Alpen (Dachstein) wie im Vorarlberg, Graubünden und Tyrol vor allen anderen auszeichnen und durch die ganze Lombardei und Venetien bis zur Gränze der Alpen fortsetzen. Nur höchst selten finden sich in weniger dolomitisirten Kalkschichten Versteinerungen.

Auf dem Hauptdolomit lagern Mergelkalke, Kalkschiefer, helle dolomitische Kalke, welche zusammen die Rhätische Gruppe bilden

Vergleichende Tabelle

		Nördliche Alpenkette. Baiern, Vorarlberg, Nordtyrol, Graubünden.	Südliche Alpenkette Südtyrol, Italien.
Keuper.	Rhätische	Dachsteinkalk (Oberer alpinischer Keuperkalk). **Megalodus triqueter. *Lithodendron clathratum. Lima praecursor. Terebratula gregaria. Rhynchonella subrimosa.*	Oberer Dolomit (*Sasso dg stampi*). *Banco madreporico. *Conchodon infraliasicum. Lithodendron clathratum.*
	Gruppe.	Contorta-, Kössener-, Gervillien-schichten. Oberer Muschelkeuper. **Avicula contorta. *Plicatula intusstriata *Cardium austriacum. *Bactryllium striolatum. Chondrites rhaeticus. Thamnastrea Rhaetica. Lithodendron subdichotomum. Terebratula gregaria. Rhynchonella fissi-costata, subrimosa. Ostrea alpina, obliqua. *Gervillia inflata, *praecursor. Mytilus minutus. *Corbula alpina.*	*Strati dell' Azzarola. Lum chelli neri marnosi. *Avicula contorta. Waldheimia Schafhäutli.*
	Haupt-Dolomit.	Plattenkalk. Rissoa-Schichten. *Rissoa alpina.* Hauptdolomit. Fischschiefer von Seefeld. *Tetragonolepis Bonéi. Semionotus latus, striatus. Lepidotus parvulus, speciosus. Pholidophorus pusillus.* Gyps und Rauchwacke.	*Dolomia media* (*Val Sugan Val Arso etc.*). *Dicerocardium Jani. Megalodus triqueter. Avicula exilis. Turbo solitarius.*
	Raibler-Gruppe.	Raibler-, Cardita-Schichten. Unterer Muschelkeuper. **Cardita crenata. *Corbis Mellengi. *Nucula sulcellata. *Myophoria Raibliana. *Corbula Rosthorni.*	Mergelkalke von Gorno un Dossena. **Gervillia bipartita, Meriani. Pecten filosus. *Myophoria K fersteini. Myoconcha Curion lombardica.*
Lettenkohle.	Hallstädter-Gruppe.	Hallstätter Kalk. Wettersteinkalk. Unterer Keuperkalk. **Chaetetes annulata. *Monotis salinaria. Rhynchonella pedata.*	Kalk von Esino und Ardes Mäandrische Riesenoolithe. Schlerndolomit.
	St. Cassian-Gruppe.	St. Cassianschiefer. Wengen-, Halobiaschiefer. Obere Partnachschichten. Lettenkeuper. **Bactryllium Schmidii. *Calamites arenaceus. *Pterophyllum longifolium. *Halobia Lommelii. *Posidonomya Clarae. Avicula Zeuschneri. ,Nucula lineata. *Ammonites Aon, Joannis Austriae, tornatus. Orthoceras dubium, alveolare.*	Dunkle Kalke. **Haobia Lommelii. *Ammonites Aon. *Posidonomya Clarae.*

der Trias.

Süddeutschland. Franken, Schwaben, Baden, Schwarzwald, Haardt und Vogesen.	Norddeutschland.
Bone-bed bei Esslingen, Nürtingen etc. Sandsteine, Schieferthon. * *Avicula contorta.* * *Mytilus minutus.* * *Plicatula intusstriata.* * *Gervillia praecursor.* *Hybodus cuspidatus, minor.* *Gyrolepis Alberti. Nothosaurus Cuvieri.*	Bone-bed bei Coburg, Gotha und Hannover. Schieferthon und Sandstein. * *Avicula contorta.* * *Taeniodon Ewaldi.* *Anodonta postera.* *Saurichthys apicalis.* *Nothosaurus Cuvieri.*
Stubensandsteine und Mergel. Baumstämme.	Mergel, dolomitische Kalksteine und Stubensandsteine.
Bunte Mergel. Beaumont's Horizont. Mergel und Gyps. Schilfsandstein. *Calamites arenaceus.* Schilfsandstein. *Equisetites columnaris. Taeniopteris marantacea Pterophyllum Jaegeri.* Gyps.	Bunte Mergel und Gyps. Bausandstein.
Steinmergel bei Hüttenheim und Baireuth. Bleiglanzbank. * *Myophoria Raibliana.* * *Corbula Rosthorni.* * *Bairdia subcylindrica.*	Grauer und fleischrother Gyps und Thonmergel.
Gelbe Dolomitmergel. *Lingula tenuissima. Posidonomya minuta.* Schieferthon. Lettenkohle. Lettenkohlensandstein * *Equisetites columnaris.*	Dolomitischer Kalk und gelbe Mergel. *Lingula tenuissima.* *Posidonomya minuta.* Graue Thone. Lettenkohle. Lettenkohlensandstein. * *Equisetites columnaris.*

		Nördliche Alpenkette. Baiern, Vorarlberg, Nordtyrol, Graubünden.	Südliche Alpenkette. Südtyrol, Italien.
Muschelkalk.	Hauptmuschelkalk.	Alpenmuschelkalk. Virgloria - Kalk Retzia - Kalk. Schwarzer Kalk mit Dolomiten. **Encrinus liliiformis.* **Terebratula vulgaris.* **Retzia trigonella.* **Gervillia socialis.* **Myophoria vulgaris.*	
	Anhydrit-Gruppe.	Streifenschiefer in Graubünden.	
	Wellenkalk-Gruppe.	Guttensteiner-Kalk. **Naticella costata.* Untere Rauchwacke.	Kalke von Recoara und Pieve. Untere Gypse und Rauchwacken.
Buntsandstein.	Obere Gruppe Röth.	Haselgebirge mit Steinsalz, Anhydrit, Gyps. **Estheria minuta.*	*Servino.* Glimmersandstein mit *Posidonomya Clarae.* *Naticella costata.* *Turbo recte - costatus.* **Myacites Fassaensis.*
	Untere Gruppe.	Rother Sandstein. **Lingula tenuissima.* *Pecten discites.* **Myacites Fassaensis.* *Naticella costata.* *Gyrolepis. Nothosaurus.* Werfener und Bündener Schiefer. *Verrucano.*	*Verrucano.*

Süddeutschland. Franken, Schwaben, Baden, Schwarzwald, Haardt und Vogesen.	Norddeutschland.
Hauptmuschelkalk. Encrinitenkalk. *Encrinus liliiformis. *Terebratula vulgaris. *Pecten discites, *laevigatus. *Lima striata. *Avicula socialis. *Myophoria vulgaris, *lineata. *Terebratula vulgaris. *Nautilus bidorsatus. *Ceratites nodosus. *Pemphix Suenrii. Acrodus Gaillardoti. Hybodus Mougeoti. Placodus gigas, Andriani. Nothosaurus. Simosaurus. Dolomitische Kalke. Mergel, Mergelschiefer, Stinkkalk, Graue Mergel.	Glasplatten. Dünne Kalkschiefer. *Ceratites nodosus. *Nautilus bidorsatus. Kalkbänke mit Mergeln. Terebratuliten-Schicht. *Terebratula vulgaris. Avicula-Kalk. *Avicula Bronnii, Alberti. *Gervillia socialis. *Pecten discites, laevigatus. Striata-Kalk. Lima striata.
Dolomit. Asche. Ohne Versteinerungen. Letten, Gyps, Mergel. Steinsalz, Anhydrit Gyps, Mergel, Thon.	Kalkschiefer mit Hornsteinlinsen. Trachitenkalk. Encrinus liliiformis. *Lima striata. Oolithischer Kalk mit Stylolithen. Kalkschiefer mit Pecten discites. Lima striata. Dolomitische Kalke mit Sauriern und Fischen.
Stinkkalk. *Myophoria orbicularis. Bituminöse Mergel mit Kalknieren. Wellenkalk. *Lima lineata. *Gervillia socialis. Myophoria cardissoides. Buccinites gregarius. Dolomitischer Wellenkalk.	Schaumkalk. *Pecten discites. *Myophoria vulgaris. *Buccinites gregarius. Mehlkalk. *Terebratula vulgaris und Encrinitenstiele (Trochitenkalk). Unterer Wellenkalk. *Ceratites Buchii.
Röth. Mergelschiefer. Sandsteine. Mergel. Gyps.	Röth. Sandsteine mit Chirotherium. Thone mit Gyps und Steinsalz bei Salzgitter und Schöningen.
Feinkörnige Sandsteine mit Pflanzen. Aethophyllum.	Feinkörnige Sandsteine. Nothosaurier.
Grobe Conglomerate. Kieselsandsteine. Vogesensandstein.	Sandmergel und Mergel mit Gyps.

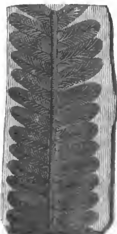
und von unten nach oben aus zwei Stockwerken bestehen, den Kössener- oder Contorta-Schichten, so genannt von der Hauptleitmuschel, der *Avicula contorta*, und dem oberen Dachsteinkalke, in welchem die herzförmigen Durchschnitte einer gewaltig grossen Muschel, des *Megatodus triqueter* (sogenannte Dachsteinbivalve) besonders charakteristisch sind.

Mit diesen Dachsteinschichten schliesst die Reihe gegen den Lias hin ab.

§. 535. Die Leitfossilien der Trias stellten wir in den Tabellen auf Seite 416 bis 419 zusammen.

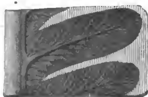
§. 536. Die Flora des triasischen Systemes hat einen gewissen Mischlingscharakter, indem einerseits die Farrenkräuter und zwar fast dieselben Gattungen, wie in der Kohlenperiode, noch bedeutend vorwiegen, die Schuppen und Siegelbäume gänzlich fehlen, die Schachtelhalme sich dagegen in riesigen Formen entwickeln, Fig. 278 und 279, andererseits aber die nacktsamigen Dikotyledonen, die Nadelholzbäume, sich bedeutend mehren und dadurch einen Uebergang zu den jurassischen Schichten machen, in deren Wäldern sie das entschiedene Uebergewicht haben. Der bunte Sandstein zeichnet sich an einigen wenigen Orten, wie namentlich in der Nähe von Strass-

Fig 278.



Neuropteris elegans.
Aus dem bunten Sandsteine.

Fig. 279.



Ein Blatt vergrössert.

burg, durch seinen Pflanzenreichthum aus, der bis auf einige dreissig Arten ansteigt; im Muschelkalke finden sich nur höchst selten Pflanzen, da er eine Meeresbildung ist, während in dem Keuper, und namentlich in dem Schilfsandsteine, über 60 charakteristische Arten sich finden, die mit denen des bunten Sandsteines nichts gemein haben, als den allgemeinen Habitus.

Zu den jetzt nur in mikroskopischen Formen und besonders häufig im süssen Wasser vorkommenden **Kieselalgen** und zwar zu der Familie der Diatomeen (Fig. 280), welche Stäbchen vorstellen, die Anfangs in einer gemeinschaftlichen Zellenhülle sich bilden, dann aber aus einander weichen, gehören wahrscheinlich die Bactryllien, platte, stäbchenförmige, von ein oder zwei Längsfurchen durchzogene Körperchen, die 1 bis $2^1/_2$ Linie lang werden und deren verschiedene Arten in den Contorta- und Partnach-Schichten häufig gefunden werden. Sie waren jedenfalls, da sie mit eigentlichen Fucoiden (*Chondrites*) gefunden werden, Meerespflanzen. §. 537.

Fig. 280.



a. Bactryllium Schmidii. b. B. canaliculatum. c. Durchschnitt desselben. Zehnfache Vergrösserung.

In der Familie der schon früher besprochenen **Schachtelhalme** zeichnet sich besonders die Gattung *Equisetites* aus, von welcher eine Art, *Equisetites arenaceus*, im bunten Sandsteine der Vogesen und der Haardt, in der Lettenkohle Sachsens, Würtembergs, des Schwarzwaldes und noch häufiger im Keuper fast an allen Orten getroffen wird. Diese Gattung steht den wirklichen Schachtelhalmen der Jetztwelt so nahe, dass sie nur durch den baumartigen Habitus sich von diesen unterscheidet. Die Equisetiten haben gliederweis abgesetzte Stämme, welche längsgestreift sind und deren Gliederknoten ebenfalls Längsstreifen zeigen. Die Glieder sind gänzlich von einer sie rings umfassenden aufrecht anliegenden häutigen Scheide umgeben, welche an ihrem oberen freien Rande in mehr oder weniger lange, breite oder spitze zahlreiche Zähne ausgezackt ist, zwischen welchen Falten herablaufen die noch über den nächsten Stiel des Stengels hin verfolgt werden können. Dicht unter den Gliederknoten finden sich Ansatzpunkte von Aesten, die immer abgebrochen sind und nur aus den vorhandenen Narben noch erkannt werden können. Der Blüthenstand besteht, wie bei Equisetum, aus einem langen Kolben, der aus sechseckigen Schuppen zusammengesetzt ist, die zahlreiche kleine Samen enthielten. Zu den eigentlichen Calamiten gehört eine bei Basel gefundene Art des Keupers, *C. Meriani*, mit wirtelförmig gestellten, steifen Blättern.

Aethopyllum, Fig. 281 a. f. S., hat man eine eigenthümliche rohrartige Pflanze genannt, die gerade, ästige Holzstengel hat, welche an ihrer Spitze in eine lange, dichte Aehre endigen. Die gleich langen einfachen Aeste entspringen aus den Achseln sehr langer, linienförmiger, mit parallelen feinen Längsstreifen versehener Blätter und tragen jeder an seiner Spitze ebenfalls ährenartige Blüthenkolben, die aus aufwärts gekehrten Blättchen von schmaler Lanzettform zusammengesetzt sind, in deren Achseln sehr kleine eiförmige Samen stecken. Die Form §. 538.

dieser Blüthenähren gleicht derjenigen der Rohre und Riedgräser, von denen sich die Pflanze indess wieder durch ihre Verästelung unterscheidet. Die Botaniker sind zweifelhaft, ob sie dieselben zu den eigentlichen Gräsern oder zu den Typhaceen (Rohrkolben) zählen sollen. Die Abbildung ist nach einem etwa sechs Fuss hohen Stamme, der sich in dem Museum von Strassburg befindet, verkleinert.

Fig. 281.



Aethophyllum speciosum.
Aus den Vogesen.

§. 539. Die Ordnung der Nacktsamer oder Gymnospermen, zu welcher nnsere Nadelhölzer gehören, unterscheidet sich durch ihren holzigen Stengel, dessen Holzkörper aus meist scharf geschiedenen concentrischen Ringen ohne Spiralgefässe mit porösen Zellen und Markstrahlen besteht, nnd durch den Fruchtstand, welcher stets aus Zapfen gebildet wird, in deren Schuppen nackte, unbedeckte Samen liegen. Durch die Strnctur ihres Holzkörpers nähert sich dieser Kreis von Pflanzen, welche nur wenige Familien haben, den gewöhnlichen Dikotyledonen, während Blüthe und Fruchtstand sie sogar den Farrenkräutern näher bringen. In paläontologischer Hinsicht sind besonders die Stämme und die Blätter wichtig.

In der Familie der Cycadeen (Sagobäume) findet man Bäume von einem bis zu zehn Metern Stammhöhe, die stets ungeästelt sind nnd in ähnlicher Weise wie die Farrenkräuter an der Spitze einen Busch von Blättern tragen. Die Stämme bestehen im Inneren aus einem grossen centralen Markkörper, durch welchen unregelmässig vertheilte Gefässbündel aufsteigen, und aus einem geschlossenen Holzcylinder, dessen concentrische Lagen oft durch mehr oder minder vollständige Ringe von Mark von einander getrennt und von Markstrahlen durch-

schnitten werden. Aus diesem Holzcylinder treten die Gefässbündel heraus, welche in die Blätter übergehen, die bei ihrem Abfallen an der Oberfläche des Stammes rautenförmige, in Spiralen gestellte Narben hinterlassen. Die Blätter selbst sind gefiedert, nur selten gefingert, starr, holzig, und vor ihrer Entfaltung wie bei den Farrenkräntern spiralig eingerollt. An der Spindel des Blattstieles sitzen die verschieden gestalteten Fiederblättchen stets ohne Stiel mit ihrer Basis fest. Die Nervenvertheilung in diesen Blättchen ist gewöhnlich einfach parallel oder wenig fächerartig.

Die Gattung *Pterophyllum* hat gefiederte Wedel mit meist langen, geradlinigten Fiederblättchen, die mit der ganzen Breite ihrer Basis an den Blattstiel angewachsen sind und am Ende spitz zulaufen oder kurz abgestutzt sind. Die Nerven sind einander an Dicke gleich, einfach, parallel, meist nicht sehr deutlich, und die einzelnen Blätter können mit ihrem langen Stiele bis zu zwei Fuss Länge erreichen. Mehre Arten, wie z. B. *Pterophyllum Jaegeri*, sind charakteristisch für den Schilfsandstein des Keupers.

Zu der Familie der Tannen, *Abietineae*, deren nadelförmig zugespitzte Blätter, verästelte Stämme mit deutlichen Holzringen, porösen Zellen und Harzgängen und eigenthümlicher, aus Kätzchen und Zapfen bestehender Fruchtstand hinlängliche Unterscheidungsmerkmale bieten, und deren Habitus überdem durch eigene Anschauung Jedermann bekannt ist, gehört die Gattung *Albertia*, Fig. 282, Nadelholzbäume mit meist eirunden, breiten, abgestumpften Blättern, die in horizontalen Reihen um den Ast stehen, mit ihrer verengten Basis denselben unvollständig umfassen und etwas herablaufen. Sie tragen kleine, eirunde, männliche Kätzchen, die mit ausdauernden Deckschuppen besetzt sind, und längliche Fruchtzapfen mit dreieckigen, lang zugespitzten, lederartigen Schuppen, unter denen je ein geflügelter Same sitzt. Diese fossilen, bis jetzt nur in bunten Sandsteinen gefundenen Nadelhölzer scheinen den Dammar-Harzbäumen (*Dammara*) aus Ostin- §. 540.

Fig. 282.



Albertia elliptica.
Aus den Vogesen (Bad Sulz).

dien und den Kauri-Fichten aus Neuseeland am meisten nahe zu kommen.

§. 541. Die Familie der **Cypressen** unterscheidet sich von den Tannen hauptsächlich durch ihre Zapfen, die aus nur wenigen Schuppen von holziger oder fleischiger Natur gebildet sind. Diese Schuppen schliessen gewöhnlich fest aneinander und bilden eine Art von Steinfrucht; die Blätter sind nadelförmig und stehen in Wirteln. Die Porenzellen des Holzes sind dickwandig mit nur einer senkrechten Porenreihe und die Markstrahlen einfach. Zu dieser Familie gehören die **Voltzien**, Fig. 283 und 284, welche, nach der grossen Menge ihrer Ueberreste zu schliessen, mit den Albertien die hauptsächlichsten Bäume in dem Triaswalde der Vogesen bildeten und eine bedeutende Höhe erreichten, wie die aufgefundenen Holzstücke bezeugen. Sie kommen den Kryptomerien aus Japan am nächsten und haben fiederständige Zweige und nadelförmige Blätter, die bei derselben Art und sogar auf demselben Zweige von sehr verschiedener Gestalt sein können, bald mehr kurz, schuppenartig und breit, bald mehr lang in Form gerader oder etwas sichelförmig gebogener Nadeln. Die männlichen Blüthen bilden einfache, ovale, kurzgestielte Kätzchen mit spatelförmigen Schuppen, deren Spitzchen wie Dachziegel übereinander liegen; die Zapfen weitschichtig gedeckte Fruchtkegel mit holzigen Schuppen, die an der Basis sehr schmal sind, sich aber dann handförmig ausbreiten und in drei oder fünf Lappen auslaufen; jeder dieser Lappen ist die Endigung eines erhabenen Längskieles, der über die Schuppe wegläuft.

Fig. 283.



Voltzia heterophylla. Aus den Vogesen.

Unter den **Schwämmen** zeichnet sich die Gattung *Stellispongia*, Fig. 285, aus, unförmliche Massen mit zerstreuten kleinen Oeffnungen, von denen feine gebogene Sternstrahlen ausgehen.

Die Fauna der Trias tritt uns hauptsächlich nur in dem Muschel- §. 542.

Fig. 284.



Voltzia heterophylla. Aus den Vogesen.
Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige.

Fig. 286.



Encrinus liliiformis (*entrocha*). Darunter ein einzelnes Stielglied von der Gelenkfläche aus.

kalke und in dem Gebilde von St. Cassian entgegen. Der eigentliche Keuper enthält nur wenige, der bunte Sandstein nur hier und da als Seltenheit eine Thierversteinerung, die aus beiden Sandsteinformationen wesentlich den Fischen, Reptilien und Amphibien angehören.

Fig. 285.



Stellispongia variabilis.

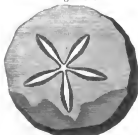
Unter den Strahlthieren erwähnen wir besonders der Gattung *Encrinus*, Fig. 286, von welcher eine Art, die hier abgebildete, in solcher Häufigkeit in dem Muschelkalke vorkommt, dass ihre Stielglieder ganze Schichten, die sogenannten Trochitenkalke, zusammensetzen. Die Stielsäule dieser Scelilie ist drehrund mit mittlerem Centralcanal, die Glieder durch wenige, tiefe, einfache und kurze Gelenkstrahlen in einander gelenkt und dadurch leicht unterscheidbar, dass die Strahlen gegen den Centralcanal hin gänzlich aufhören und die Mitte der Säulenglieder freilassen. In dem oberen Theile der Säule namentlich wechseln einzelne grössere Glieder, die ringartig vorstehen, mit kleineren.

Die Glieder sind bei weitem dicker im Verhältniss, als bei den meisten anderen Seelilien. Der obere Theil dieser Encriniten gleicht in der That durch die stets zusammengefalteten Arme einer noch geschlossenen Lilie. Das Becken besteht aus fünf Tafeln, ist aber so tief eingesenkt, dass es meist von der Seite her nicht sichtbar ist. Der Becher selbst besteht aus zwei Reihen von je fünf Tafeln, deren letzte Reihe zehn Arme trägt, die sich wieder wenigstens einmal theilen und aus rosenkranzartig übereinander liegenden Stücken bestehen, an welchen die nach innen gerichteten Fangfibern sitzen. Die abgebildete Art ist durchaus charakteristisch für den Muschelkalk.

Seesterne und Schlangensterne sind beide in den Schichten des Muschelkalkes ziemlich häufig vertreten. Von den ersteren bilden wir hier die Gattung *Pleuraster*, Fig. 287, ab, welche eine sehr kleine Mittelscheibe und verhältnissmässig sehr lange zusammengedrückte Arme hat, welche am äusseren Rande von einer einzigen Reihe stacheliger Täfelchen eingefasst werden.

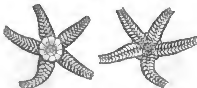
Bei der Ophiurengattung *Aspidura*, Fig. 288, ist die Scheibe aus

Fig. 287.



Pleuraster obtusus.

Fig. 288.



Aspidura loricata.

zehn Randstücken zusammengesetzt und die Arme aus vier Reihen alternirender Tafeln, von welchen die mittleren weit kleiner als die äusseren sind.

§. 543. Die Polypen fehlen merkwürdiger Weise ganz in dem Muschelkalke und treten nur in dem Gebilde von St. Cassian mit verschiedenen Arten auf, die indess niemals so gross oder so häufig werden, dass sie förmliche Korallenbänke und Riffe bilden, wie dies in der devonischen Zeit statthatte und wie wir es in der jurassischen Epoche in seiner höchsten Entwickelung sehen werden. Es scheint daraus hervorzugehen, dass die Meere der ganzen triasischen Zeit besondere Eigenthümlichkeiten zeigten, welche von denen anderer Epochen einigermaassen abwichen; obgleich auf der anderen Seite die Häufigkeit der Muscheln und der Muschelbänke, von welchen eben der Muschelkalk seinen charakteristischen Namen erhalten hat, durchaus nicht zu einem solchen Schlusse berechtigen würde. Indessen ist noch besonders darauf aufmerksam zu machen, dass im Ganzen die Trias doch nur wenige Arten

von Muscheln im Verhältniss zu anderen Formationen besitzt, dass aber diese Arten, wenn einmal vorhanden, in ungemein grosser Quantität vorkommen und stellenweise ganze Schichten zusammensetzen. Wir erwähnen unter diesen Bänke bildenden Muscheln besonders folgende, welche auch durch ihre weite Verbreitung über grosse Länderstrecken hin als Leitmuscheln dienen können.

§. 544. Die Familie der Kammmuscheln (*Pectinida*) tritt schon in dem devonischen Systeme auf, aber nur mit sehr wenigen Arten, während sie hier einige charakteristische Leitmuscheln zeigt, Fig. 289. Sie ha-

Fig. 289.



Pecten laevigatus.
Aus dem deutschen Muschelkalke.

Fig. 290.



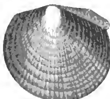
Avicula contorta.
Ueberall als Leitmuschel in den obersten Keuperschichten.

ben regelmässige, freie, feste Schalen, die gewöhnlich fast gleichseitig sind und in ihren Klappen nur eine geringe Verschiedenheit darbieten. Ein einziger querer Muskeleindruck findet sich auf der hinteren Seite einer jeden Klappe, und das Schlossband ist stets im Inneren angebracht, inmitten des Schlossfeldes selber. Die Gattung *Pecten*, welcher die hier abgebildete Art angehört, hat niedergedrückte, gleichseitige etwas ungleichklappige Schalen, die häufig mit Fächerfalten geziert sind; der Schlossrand ist geradlinigt, quer abgestutzt, jede Schale mit zwei mehr oder minder vorstehenden, ungleichen Ohren versehen. Die Buckel der Schale liegen aneinander, das Schloss ist durchaus zahnlos und glatt, das Schlossband in seiner Mitte ganz innerlich in einer dreieckigen Vertiefung angebracht. Eines der Ohren ist meist etwas tiefer ausgeschnitten als das andere, so dass eine Oeffnung für einen kleineren Byssus an dem hinteren Rande sich findet. Die Schalen der Pectenarten sind meist regelmässig divergirend gestreift, zuweilen glatt, in anderen Fällen gegittert, sie sind meist dünn, aber fest und wohl erhalten; der einfache Muskeleindruck ist gross, rund und nahe an der Mitte des Vorderrandes gelegen.

§. 545. Aus der Familie der Vogelmuscheln (*Aviculida*) bilden wir, ausser der für den Hauptmuschelkalk charakteristischen *A. socialis* (Fig. 296) und der für das Bone-bed charakteristischen Art, welche der Schicht sogar den Namen gegeben hat, zwei Gattungen ab, von de-

nen die eine Art (*Posidonomya Clarae*) Fig. 291, charakteristisch ist für die unter den St. Cassianer Mergeln liegenden rothen Schichten. Die Gattung *Halobia*, Fig. 292, der die andere Art angehört, unterschei-

Fig. 291.



Posidonomya Clarae
Aus den Posidonienschiefer der alpinischen Trias.

Fig. 292.

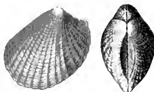


Halobia Lommeli.
Aus den Schiefern von Wengen.

det sich nur durch den Mangel der ohrförmigen Schlossfortsätze von *Posidonomya.*

§. 546. Zur Familie der Dickmuscheln (*Astartida*), welche eine sehr dicke, feste, immer geschlossene und meist herzförmige Schale mit starken, schiefen Hauptzähnen am Schlosse, zwei gleichgrosse weit auseinander stehende Muskeleindrücke, und sogar häufig einen dritten kleinen neben dem vorderen Eindruck am Munde, einen durchaus geöffneten Mantel und keine Spur von Athemröhren besitzt, gehört die Gattung *Cardita*, deren Arten fast in allen secundären, besonders häufig aber in der Kreide und in den Tertiärschichten vorkommen. Die Carditen haben eine meist rundliche, geschlossene, meist sehr ungleichseitige dicke Schale, die gewöhnlich mit ausstrahlenden Rippen geziert ist. Die Muskeleindrücke sind ausserordentlich deutlich, das Schlossband äusserlich, das Schloss gerade, sehr fest, mit zwei ungleichen schiefen Zähnen versehen. Die hier abgebildete Art ist charakteristisch für die Raibler- oder Carditenschichten des Keupers.

Fig. 293.

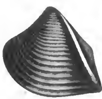


Cardita crenata.
Leitmuschel für die Raibler-Schichten.

§. 547. Die Familie der Dreieckmuscheln (*Trigonida*) hat dicke Muscheln mit starker Perlmutterschicht, die regelmässig, vollkommen gleichschalig, aber ungleichseitig sind, indem die vordere Hälfte abgestutzt erscheint. Die Wirbel sind hoch, hakenförmig eingebogen, das Schlossband äusserlich. Das Schloss selbst bildet ein so festes Charnier, dass die Muscheln im Tode selbst nicht klaffen. Auf der rechten Seite befinden sich zwei grosse, in Winkel gestellte Zähne, die auf beiden

Seiten gekerbt sind und welchen auf der linken Seite ein mittlerer dreieckiger Vorsprung und zwei innerlich gekerbte Seitenzähne entsprechen, so dass das zusammengefügte Schloss etwa eine Figur bildet,

Fig. 294.




Myophoria lineata.

Fig. 295.

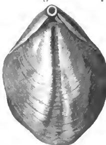


Myophoria Raibliana.

wie wenn man mit den drei mittleren Fingern der linken Hand den eingeknickten Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand umfasst. Die Gattung ***Myophoria***, Fig. 294 u. 295, die nur auf die Trias beschränkt ist, unterscheidet sich von den eigentlichen Trigonien nur durch ihre glatte Oberfläche und durch die nach vorn gebogenen Buckel der Schale, sowie durch die undeutlichere Kerbung der Schlosszähne, die man früher ganz übersehen hatte, während sie doch in der That vorhanden ist. Die eine hier abgebildete Art, ***M. lineata***, ist charakteristisch für den Keuper überhaupt, die andere für die Raibler Schichtengruppe.

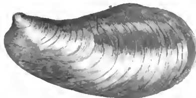
Aus schon früher erwähnten Gattungen und Familien bilden wir einige ausserordentlich häufig vorkommende Arten ab, Fig 296 und 297, deren weite Verbreitung ihnen einen wesentlichen Rang als Leitmuscheln sichert.

Fig. 296.



Terebratula vulgaris
Leitmuschel für den Muschelkalk.

Fig. 297.



Avicula socialis.

Unter den Schnecken, die indessen im Muschelkalke nicht häufig sind, erwähnen wir die Gattung *Helcion*, Fig. 298 a. f. S., dünne kegelförmige Schalen, die fast glatt oder nur sehr fein gestreift sind und §. 548.

sich von den Patellen nur durch den Mangel dickerer Strahlenrippen unterscheiden.

§. 549. Die **Cephalopoden** sind in dem Muschelkalke durch einige sehr charakteristische Arten repräsentirt. Die eigentliche Gattung *Nautilus* erwähnen wir hier zuerst, obgleich sie schon von dem devonischen Systeme her in allen Schichten verbreitet ist. Sie unterscheidet sich von den übrigen Gattungen derselben Familie durch die in derselben Ebene aufgerollte Schale, deren Windungen sich zu allen Zeiten berühren und meist so umfassen, dass die letzte Windung alle übrigen verdeckt. Die Kammerwände sind concav, einfach geschwungen, der Sipho in der Mitte gelegen. Die für den Muschelkalk charakteristische Art, der *Nautilus bidorsatus*, gehört einer der Trias eigenthümlichen Gruppe an, die man die Moniliferen genannt hat und deren Sipho zwischen den Scheidewänden jedesmal anschwillt, so dass er im Ganzen die Figur eines Rosenkranzes erhält.

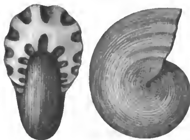
Fig. 298.



Helcion lineatus.

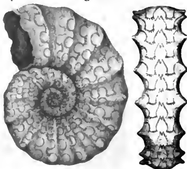
Die Familie der **Ammoniten** ist in der Trias wesentlich repräsentirt durch die eigenthümliche Gattung *Ceratites*, Fig. 300,

Fig. 299.



Ammonites tornatus.
Aus den Schichten von St. Cassian.

Fig. 300.



Ceratites nodosus.
Von der Seite und vom Rücken.

welche sich dadurch von allen anderen Ammoniten unterscheidet, dass die Loben der Kammerwände gezähnt, die Sättel aber glatt sind. Loben und Sättel sind ungetheilt, halbkreisförmig und die Schale regelmässig spiralig gewunden mit aneinander liegenden Umgängen, welche sich indess nicht vollständig einhüllen und so den Nabel sehen lasen. Es bildet diese Gattung ein interessantes Uebergangsglied zwischen den Goniatiten der älteren Schichten, die nur glatte Loben und Sättel besitzen, und den ächten Ammoniten, von welchen sich einige schon im

Gebilde von St Cassian vorfinden, während die anderen alle erst von dem jnrassischen Systeme an ihre Hauptentwickelung erreichen.

Ausser den Ceratiten kommen in den Meeresschichten, welche der Lettenkohlengruppe und dem Keuper angehören, noch eigentliche Ammoniten vor, Fig. 299, der Familie der *Globosi* angehörend, meist sehr dick, rund und aufgetrieben, mit parallel entwickelten Loben.

In den triasischen Schichten hat man zuerst Versteinerungen gefunden, welche unzweifelhaft Schnäbel von Cephalopoden darstellen. Obgleich man noch nicht weiss, welche Gestalt diese Cephalopoden besassen, so ist es doch wahrscheinlich, dass es nackte Kopffüssler waren, ähnlich den jetzigen Dintenfischen oder denjenigen Thieren, welchen die Belemniten angehören, dass sie aber keine anderen festen Theile besassen, welche bei der Versteinernug zurückbleiben konnten.

Die Crnstaceen der Trias zeichnen sich vor denen älterer Gebilde insofern aus, dass die Trilobiten durchaus verschwunden sind und dass ausser einigen noch unvollständig gekannten krebsartigen Thieren, von welchen man nicht recht weiss, ob sie zu den Molukkenkrebsen oder zu den Kiemenfüssern gehören, hauptsächlich nur langschwänzige zehnfüssige Krebse vorkommen, die in ihrer Gestalt viele Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Flusskrebse und dem Hummer haben. Der Cephalothorax der Gattung *Pemphix* ist fast walzenförmig, dick; durch drei tiefe Quereinschnitte in Unterabtheilnngen zerlegt; mit Dornen und körnigen Höckern versehen und nach vorn in einen lanzettförmigen Schnabel verlängert. Der siebengliederige Hinterleib hat gleichgrosse quergefurchte Glieder. Die äusseren Fühlhörner sind dick, lang, rundlich; die inneren doppelt. Die Scheeren sind ziemlich massiv; die Zange dünn, stark gekrümmt und weit von einander abstehend, anf kurzem, dickem Handgliede befestigt; die anderen Füsse sehr schwach, dünn und mit zarten Endscheeren versehen. Füsse nnd Antennen sind nur sehr selten erhalten; die Bruchstücke des Rnmpfes und Hinterleibes aber sehr charakteristisch für den Mnschelkalk. Eine ganz besondere Rolle scheinen kleine Schalenkrebse (*Estheria*) gespielt zu haben, die wahrscheinlich in seichtem Meerwasser lebten. Man hat nur bei einer einzigen winzigen Art (*Estheria minuta*), die haufenweise im Röth vorkommt und an einem Exemplare die Beine gesehen, welche aus den Schalen hervorragten, die man bis jetzt fast allgemein zn der Gattung *Posidonomya* rechnete. §. 550.

Unter den für die Trias charakteristischen Fischen sind namentlich einige Arten des Genns *Hybodus*, Fig. 301 a. f. S., zu nennen, das in dem Muschelkalke znerst anfängt nnd in der Kreide ausstirbt. Die Hybodonten waren haiartige Knorpelfische mit stumpfen Kegelzähnen nnd §. 551.

knochigen Stacheln in den Rückenflossen, von welchen bei der Versteinerung nur Zähne und Stacheln übrig bleiben konnten. Die Stacheln sind meist sehr gross, etwas gebogen, unten dick, oben spitzig; die Basis des Stachels, welche im Fleische stak, ist meist fein gestreift, hinten offen und schief abgestutzt, etwa wie eine Schreibfeder; der Theil, welcher frei an der Flosse vorragte, hat starke, parallele Längsstreifen, ist hinten quer abgestutzt und mit zwei Reihen mehr oder minder starker Zähne besetzt.

Fig. 301.



Rückenstachel von *Hybodus tenuis* Aus dem Muschelkalke.

Die Zähne der Hybodusarten, Fig. 302, haben einen rundlichen, innenabgeplatteten, mittleren Kegel, mehr oder minder zugespitzt, auf dessen beiden Seiten kleinere, secundäre Kegel stehen, deren Grösse nach beiden Seiten hin von dem Mittelkegel her abnimmt. Der Schmelz bildet an der Basis der Krone sehr deutliche, gerade Längsstreifen; die Wurzel ist breit, schwammig und porös, wie bei allen Knorpelfischen.

Fig. 302.



Zahn von *Hybodus plicatilis.*

§. 552. Ein der Trias ganz eigenthümliches Genus von Fischen, das man bis jetzt nur durch die Zähne und durch einige Knochenstücke kennt, ist das Genus *Placodus*, Fig. 303.

Diese Fische hatten vorn kleine kegelförmige oder meisselförmige Schneidezähne, die indess ziemlich stumpf waren, während der Gaumen und die hinteren Theile der Unterkiefer mit breiten, platten, nur wenig erhabenen Mahlzähnen besetzt waren. Diese Art der Bezahnung lässt vermuthen, dass sich die Placoden von harten Schalthieren, Muscheln und Crustaceen nährten.

Fig. 303.



Ein ganzer Gaumen von *Placodus Andriani.* Aus dem Muschelkalke von Bamberg. Die Mahlzähne sind erhalten, die Schneidezähne ausgefallen.

In dem Bone-bed kommen eine Menge kleiner kegelförmiger Zähne vor, die man früher für Reptilienzähne hielt, bis man sich bei genauerer Untersuchung überzeugte, dass sie Fischen angehört haben müssen. Diese Zähne, die den generischen Namen *Saurichthys*, Fig. 304 und 305, erhielten, besitzen alle eine kegelförmige, gefaltete Wurzel, die theilweise in einer Rinne des Kiefers verborgen war und wahrscheinlich bis obenhin vom Zahnfleische umhüllt wurde; auf dieser Wurzel ruht eine kleine, spitze, kegelförmige Krone, die glatt oder gestreift ist und ziemlich leicht abbricht. §. 553.

Fig. 304.



Zahn von *Saurichthys Mougeoti.*

Fig. 305.



Zahn von *S. apicalis* Natürliche Grösse und vergrössert. Bone-bed.

Fig. 306.



Schuppe von *Amblypterus* (*Gyrolepis*) *Alberti.*

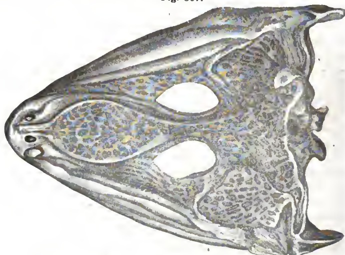
In denselben Breccien, in welchen die oben erwähnten Zähne sehr häufig vorkommen finden sich auch einzelne lose Knochenschuppen, welche offenbar Ganoidfischen angehört haben. Diese Schuppen, die man unter dem generischen Namen *Gyrolepis*, Fig. 306, unterschieden hat, die aber der Gattung *Amblypterus* angehören, sind rhomboidal, mit einer dicken Schicht von Schmelz überzogen und durch dicke Falten, die meist parallel laufen, auf der Oberfläche geziert. Sie haben starke Haken, womit die einzelnen Schuppen untereinander eingelenkt waren.

Im Allgemeinen sind die Fischreste des Muschelkalkes wenig günstig zum Studium, da man meist nur einzelne Fragmente, keine im Ganzen erhaltene Individuen findet.

Zu der höchst merkwürdigen Familie der Labyrinthodonten oder Wickelzähner, von welcher wir schon vorher einige Gattungen in dem devonischen Systeme und in dem Kohlengebirge kennen gelernt haben, gehören eine Menge von Ueberresten aus allen drei Schichtengruppen der Trias, die man häufig als Eidechsen betrachtet hat, während es jetzt wohl ausser allem Zweifel ist, dass sie eine besondere Zwischengruppe der Amphibien darstellen, welche zwar einige Charaktere mit den Eidechsen gemein hat, sonst aber sich den Blindwühlen und Molchen am nächsten anschliesst. Diese Thiere hatten einen runzlichen abgeplatteten Schädel, dessen obere Bedeckung aus Knochenplat- §. 554.

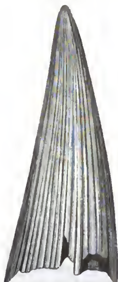
ten besteht, welche häufige Gruben und Sculpturen zeigen, die für die Arten charakteristisch sind. Die Schläfengruben sind gänzlich durch Knochenschuppen verdeckt, so dass man auf der Oberfläche des Schädels nur vorn in der Nähe des Kieferrandes die kleinen Nasenlöcher, etwa

Fig. 307.



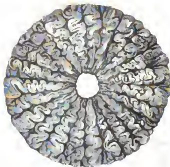
Schädel von *Mastodonsaurus Jaegeri.* Aus dem Keuper.

Fig. 308.



Zahn von *Mastodonsaurus Jaegeri.*

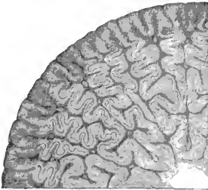
Fig. 309.



Durchschnitt eines Zahnes, vergrössert.

in der Mitte die grossen, nach oben gerichteten Augenhöhlen und in der Nähe des Hinterhauptes oft ein kleines mittleres Scheitelloch erblickt. Zuweilen zeigen sich auch vorn im Schädel zwei Löcher zum Durchlassen der grösseren Fangzähne des Unterkiefers. Eine eigenthümliche Furche, die wahrscheinlich einen Schleimcanal beherbergte, läuft jederseits von dem Auge zur Nase und bildet eine gekrümmte Bogenlinie, so dass beide Furchen die Figur einer Brille darstellen. Auf der unteren Seite des Schädels zeichnen sich besonders die ausserordentlich grossen Gaumenlöcher aus.

Fig. 310.



Ein Stück eines Zahndurchschnittes von *Mastodonsaurus Jaegeri*, noch stärker vergrössert.

Von besonderer Wichtigkeit für die Einreihung dieser Reste in die zoologische Classification ist noch der Umstand, dass das Hinterhauptgelenk zwei wohlgetrennte seitliche Gelenkköpfe besitzt, die durchaus wie bei den Fröschen gebildet sind, während bei allen Reptilien ohne Ausnahme nur ein einziger mittlerer Gelenkkopf existirt. Die Kehle war mit breiten flügelförmigen Knochenschuppen gepanzert, und dieser Umstand, sowie die eigenthümliche Structur der Schädelknochen und das flügelförmige Hinausstehen der Schläfenschuppen verleiteten früher selbst geübte Forscher zur Verkennung isolirter Köpfe, die man für Köpfe gepanzerter Ganoiden hielt. Die Bezahnung der Labyrinthodonten ist höchst eigenthümlich. Eine äussere Reihe kleinerer Zähne ist an die Ränder der Kinnladen aufgewachsen. Grössere Fangzähne stehen in einer zweiten inneren Reihe und stecken, ähnlich wie bei dem Krokodil, in eigenen Zahnhöhlen. Diese Zähne selbst haben eine äusserst merkwürdige Structur, indem die Zahnsubstanzen im Inneren gleich einem biegsamen Blatte labyrinthisch oder gekrösartig in einander gebogen und verwickelt sind, so dass die Zähne aussehen, als beständen sie aus radial gestellten, in einander gebogenen Blättern, die prismatisch nach der Spitze zu sich verjüngen und deren Zwischenräume nach aussen an dem Schmelze des Zahnes durch feine Furchen sich erkennen lassen. Alle diese Thiere hatten vier kurze Beine, die wahrscheinlich in ähnlicher Weise, wie diejenigen der Salamander, gebildet waren, und ihr Körper scheint fast durchaus, oder wenigstens an seiner oberen Fläche, mit Schuppen bedeckt gewesen zu sein.

Die eigentlichen Reptilien treten in der Trias zum ersten Male auf und zwar mit der Unterordnung der Meerdrachen (***Enaliosauria***), § 555.

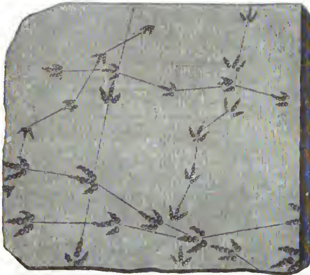
die sich dadurch vor allen übrigen eidechsenartigen Thieren auszeichnen, dass sie vier zum Gehen untaugliche Ruderfüsse besitzen, welche den Flossen der Walfische nicht unähnlich sehen. Die Meerdrachen aus der Trias bilden eine eigenthümliche Familie mit gestrecktem Schädel, an dem sich die Oberkieferbeine fast bis zur Spitze erstrecken, mit ringlosen, auf der Oberfläche des Schädels liegenden Augenhöhlen, vor welchen unmittelbar die Nasenlöcher, dahinter die Schläfengruben sich finden, und mit kegelförmigen, ganzen, ungestreiften, weit von einander stehenden Zähnen, von denen sich meist die vorderen im Oberkiefer stehenden durch ihre besondere Länge auszeichnen. Am besten ist die Gattung *Nothosaurus* bekannt, die einen verhältnissmässig kleinen schlanken Kopf mit grossen Schläfengruben besass, dessen Unterseite durch die Oberkiefer, Gaumen und Flügelbeine gänzlich geschlossen ist, so dass keine Flügelgruben existiren. Die Zähne sind zahlreich, schlank, etwas gebogen, stecken in eigenen Höhlen und sind glatt gestreift, ohne dass ihr Inneres gefaltet wäre. Im Zwischenkiefer und beim Anfange des Oberkiefers stehen mächtige Fangzähne, weit grösser als die übrigen. Der Hals ist schlangenförmig, lang; Brust und Schwanz ebenfalls ziemlich lang gestreckt, die Wirbel durch zwei vertiefte Gelenkflächen aneinander gelenkt und die Ruderfüsse ziemlich lang und schmal, die hinteren aber kürzer als die vorderen.

§. 556. Grosses Aufsehen erregten zur Zeit die Fussspuren von Säugethieren und Vögeln, welche man in Deutschland und Nordamerika in dem bunten Sandsteine gefunden hatte und die offenbar von Thieren herrührten, welche zur Zeit, als diese Schichten noch weich waren, darauf herumgegangen waren.

Die Spuren, Fig. 311, welche Professor Hitchcock in dem Thale des Connecticut im Staate Massachusetts auffand, gehören offenbar einem Thiere an, welches auf zwei Füssen ging, da man lange Reihen von Schritten findet, wo immer ein rechter und ein linker Fuss in gleicher Linie abwechselt, während die Spuren vierfüssiger Thiere stets auf zwei parallelen Linien stehen, abgesehen davon, dass Vorder- und Hinterfüsse meist verschieden sind. Die Spuren zeigen deutlich drei Zehen, die nach vorn gerichtet sind, nebst einem schief nach hinten oder nur selten nach vorn gerichteten Daumen; zuweilen auch zeigen sich an der Ferse Spuren wie von einem Federbüschel. Die Aehnlichkeit dieser Spuren mit Vogelspuren ist unverkennbar. Die Grösse der Spuren, sowie der Schritte, ist sehr verschieden; im Allgemeinen aber lassen die letzteren auf hochbeinige Vögel, Stelzenläufer, schliessen. Die grösste Art, *Ornitichnites giganteus*, Fig. 312, hatte einen Fuss von 15 Zoll Länge und machte Schritte von 4 bis 6 Fuss, mithin weit grösser, als der Strauss.

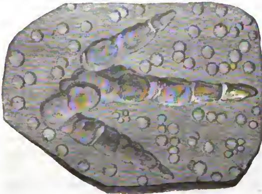
In der Nähe von Hildburghausen hat man in den Thonschichten, welche mit den bunten Sandsteinen abwechseln, vertiefte Fussspuren §. 557.

Fig. 311.



Eine Platte mit Schritten von Vögeln.

Fig. 312.



Ein Fussabdruck von *Ornitichnites giganteus* mit sogenannten fossilen Regentropfen, d. h. rundlichen Eindrücken, die auf dem halbweichen Thone dadurch entstehen, dass das Wasser beim Ueberdecken desselben Luftblasen zurückhält, welche einen halbrunden Eindruck hinterlassen.

gefunden, Fig. 313 u. 314 a. f. S., in welche sich der bunte Sandstein hineingesetzt hat, so dass die untere Fläche der Sandsteinschichten das Bild

dieser Spuren im Relief darstellt. Sie gehören Thieren mit vier Füssen an, vielleicht grossen Beutelthieren oder auch Amphibien, zeigen vier Finger mit grossen Nägeln und einen abstehenden nagel-

Fig. 313.



Platte mit Abdrücken von *Chirotherium.*

Fig. 314.



Abklatsch eines einzelnen Abdruckes von *Chirotherium.*

losen Daumen, der an den Vorderfüssen kleiner und den anderen Fingern mehr genähert ist. Die wahrscheinlichste Ansicht schreibt diese Thiere gigantischen froschartigen Thieren (den Labyrinthodonten) zu, deren Zähne und Schädel man, wie oben bemerkt, häufig in den triasischen Gebilden findet.

An anderen Orten fand man auch bald mehr verwaschene, bald deutlichere Fussspuren von Schildkröten Fig. 315, die indess jenen mit abgesetztem Daumen versehenen Eindrücken, die man *Chirotherium* genannt hat, nur entfernt gleichen.

Wir dürfen hier nicht unerwähnt lassen, dass in der Grenzbreccie des Keupers bei Dägerloch zwei kleine Zähne gefunden wurden, welche

Fig. 315.



Platte mit Fussabdrücken von Schildkröten.

nach dem jetzt geltenden Gesetze unzweifelhaft einem Säugethiere angehören dürften. Die Gattung, welcher diese Zähne angehören würden, hat man mit dem Namen *Microlestes* belegt, Fig. 316 a. f. S. Die Krone der beiden Backenzähne, die man gefunden hat, zeigt sechs kantige Kegelhöcker,

von denen vier einander gegenüberstehen und durch eine Längsrinne getrennt sind, während die zwei anderen Höcker an den beiden Enden

Fig. 316.



Zahn von *Microlestes antiquus*. Vergrössert.

a Von Aussen. b Von Innen. c Profil. d Krone von Oben. Der Strich bedeutet die natürliche Grösse.

dieser Längsrinne sich befinden. Jeder Zahn besitzt zwei getrennte ungleiche, von einander abstehende Wurzeln, was ein unzweifelhafter Säugethiercharakter ist. Die Vergleichung mit den übrigen, im Jura gefundenen Säugethieren lässt vermuthen, dass die Zähne einem kleinen Beutelthiere angehörten.

7. Jurassisches System.

(Oolithgebirge; *Oolitic series; Formation jurassique.*)

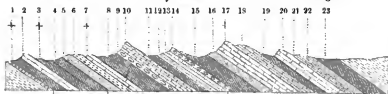
§. 558. Die jurassischen Gebilde nehmen verhältnissmässig auf den geologischen Karten einen geringen Raum ein, spielen aber nichtsdestoweniger eine bedeutende Rolle in den geologischen Beziehungen der Continente und Europas insbesondere. Sie bilden die Wände der Becken, in welchen die späteren Gebilde, Kreide und Tertiärschichten, sich ablagerten, und ihre Selbständigkeit in jeder Hinsicht, die Eigenthümlichkeit ihrer Fossilien sowie die Gleichförmigkeit ihrer Structur, welche sich auf weite Strecken hin erhält, haben die jurassischen Schichten von jeher zu einem bequemen Ausgangspunkte gemacht, von welchem aus man theils zu den älteren Schichten hinabsteigt, theils zu den neueren sich erhebt. Die ersteren folgerechten Studien über diese Gebilde wurden in England von Smith angestellt, und die von diesem Geologen, sowie von seinen Nachfolgern unterschiedenen Schichtengruppen nebst den ihnen gegebenen Namen haben durch diese Priorität allgemeine Gültigkeit erhalten, so dass die Bildung des Jura in England lange als die Norm galt, auf welche man die auf dem Continente gefundenen Verhältnisse zu beziehen suchte. Man kann im Allgemeinen in den jurassischen Schichten zweierlei verschiedene Zustände unterscheiden, die hauptsächlich mit ihrer Entwickelung in verticaler Richtung zusammenzuhängen scheinen. In dem einen Falle nämlich liegen die Schichten fast horizontal über einander, und die Schichtenköpfe der festeren Kalkschichten, welche mit Mergeln abwechselnd in den verschiedenen Gruppen des jurassischen Systemes vorkommen, bil-

den die Terrassen, wodurch die Umgränzungen der Becken selbst auf rein topographischen Karten sich auszeichnen. Die Schichtenflächen der Kalklager selbst bilden dann die Plateaus, und die Thon- und Mergelschichten, die ausgewaschen und weggeführt sind, zeigen sich nur unter der nächsten Terrasse als sanfte Böschung. So kommt es denn, dass man die Mergel und Thone, obgleich sie in den ebenen Gegenden an Mächtigkeit im Allgemeinen bedeutender sind, dennoch nur in geringer Ausdehnung sieht, während die Kalkschichten überall zu überwiegen scheinen und man bei flüchtiger Untersuchung das Gebilde fast nur als aus Kalk mit dünnen eingestreuten Thonschichten bestehend ansehen könnte. In diesen Gegenden sind auch die Kalke meist sandig und thonig, während da, wo der Jura eigentliche mächtige Gebirgszüge bildet, wie in dem westlichen Frankreich, der Schweiz und Deutschland, die Kalkschichten auch mächtiger werden und die Thongebilde zurücksinken. In den Gebirgsländern des Jura zeigt sich dann die zweite Gestalt dieser Formation, schroffe, geradlinige Bergmauern mit geneigten Abhängen auf der einen und schroffen Abstürzen auf der anderen Seite, die meist dem Inneren der Ketten zugewandt sind. Dort zeigen sich dann tiefe Längsthäler, die durch Querrisse mit der am Fusse des Gebirges liegenden Ebene zusammenhangen. Hauptcharakter dieser jurassischen Gebirgszüge ist grosse Monotonie der Formen, die in ihren langen, gleich hohen Zügen keine Abwechselung bieten.

Jura in England.

Fig. 317.

Idealer Durchschnitt der jurassischen Schichtenreihe in England.



1 *Lower Lias-shale.* North-Lincolnshire-Erz. 2 *Blue and White Lias.* 3 *Iron and Marlstone.* Erz von Cleveland, Eston, Upleatham, Normanby und Hutton. 4 *Upper Lias-shale.* 5 *Marly-sandstone.* 6 *Ferrugineous beds.* 7 *Inferior Oolite.* Dogger-Eisenstein. 8 *Fullers-earth.* 9. *Stonesfield-plates.* 10 *Great-Oolite.* 11 *Bradford-clay.* 12 *Forest-marble.* 13 *Corn-brash.* 14 *Kelloway-rocks.* 15 *Oxford-clay.* 16 *Calcareous-grit.* 17 *Coral-rag.* Erz von Westbury. 18 *Oxford-Oolite.* 19 *Kimmeridge-clay.* 20 *Portland-limestone.* 21 *Purbeck-beds.* 22 *Hastings-sands.* 23 *Weald-clay.*
+ Vorzüglich Eisenerz enthaltend.

Verbreitung. Lagerung. Die meerischen Ablagerungen des Jura bilden in England (siehe die Karte, Fig. 192, S. 317) ein breites §. 559.

Band, welches fast genau von Süden nach Norden orientirt von der Küste des Canals an der Halbinsel Portland bei Weymonth beginnt und über Bath, Oxford nach Norden vordringt, um im Norden der Trentmündung die östliche Küste zu erreichen. Die Lagerung ist im Allgemeinen eine sehr einfache. Ueberall treten an dem Westrande des jurassischen Gebietes die tieferen Schichten, namentlich des Lias hervor, der überall auf den Schichten des Keupers auflagert, während nach Osten hin, je weiter man vordringt, desto höhere Schichten zu Tage kommen, so dass man auf einer Reise von London über Oxford und Bath nach Bristol sämmtliche Schichten des Jura von den höheren zu den tieferen in querer Richtung durchschneidet. Die Schichten fallen also sämmtlich nach Osten hin ein und sind auf dieser östlichen Erstreckung überall von den Kreidelagern überdeckt. Man kann den englischen Jura in vier Gruppen theilen, die wieder in mehre Unterabtheilungen zerfallen.

a. Lias.

§. 560. **Zusammensetzung.** Auf der Knochenbreccie (*Bone-bed*) des Keupers lagern unmittelbar dunkelbraune oder schwärzliche bituminöse Mergelschiefer, die unteren Liasschiefer (1), welche an einzelnen Orten durch meist gelblich braune, leicht verwitternde Sandsteine ersetzt sind. Ueber diesen folgen die unteren Liaskalke oder Gryphitenkalke (2) mit den charakteristischen *Gryphaea arcuata*; *Spirifer Walcotti*; *Hippopodium ponderosum*, in ihren unteren Lagern meist weiss, in den oberen mehr blau, von gewöhnlich thoniger Beschaffenheit, erdigem Bruche und geringer Festigkeit, so dass sie leicht zu einem mergeligen Boden verwittern.

Der mittlere Lias besteht aus braunen oder blaugrauen Thonmergeln von feiner Schieferung, die oft Sand- und Kalkgallen enthalten, stellenweise schwarz und bituminös sind und dann mit schlechten dünnen Kohlenlagern wechseln, oder auch eisenhaltig werden und in Eisensandschichten übergehen (3). Die *Gryphaea cymbium* ist hier leitende Versteinerung.

Die oberen Liasschiefer (4), besonders bei Lyme-Regis und Whitby ausgebildet, sind schwarze, häufig bituminöse, aber feste Thon- und Alaunschiefer, besonders reich an Versteinerungen von Fischen und Reptilien, deren Gränze gegen die mittleren Liasschiefer nicht immer genau gelegt werden kann.

Der Lias im Ganzen bildet ein äusserst fruchtbares, meist plattes, sanftgewelltes Land, das durch die Mischung seiner Thone, Mergel, Sand- und Kalksteine vorzüglich zum Ackerbau geeignet ist. Ueberall zeigen sich in seinen Lagern, die nur im unteren und mittleren Lias stellenweise Eisenerz enthalten, sonst aber zu keiner Industrie Veranlas-

sung geben, Durchdringungen von Schwefelkies, welche besonders die Versteinerungen umhüllen.

b. Unterer Oolith. Bathgruppe.

Gliederung. Auf den oberen Liasschiefern, oft nicht deutlich von ihnen getrennt, findet sich der mergelige Sandstein (5), glimmerige, gelbliche oder grünliche, meist mergelige Sandlager, die in verschiedenen Höhen häufige Thonnieren enthalten, mit unregelmässigen Schichten von gelbem Sandstein wechsellagern und nach oben durch Ausbildung von Kalkknollen nach und nach in braune, harte und zähe Oolithe übergehen, die Eisenoolithe (6), welche einen sehr beständigen Horizont bilden, viel Eisen enthalten und an einigen Orten von oolithischen Quadersteinen (7) überlagert sind. Die drei erwähnten Schichtengruppen gehen vielfältig in einander über, enthalten dieselben Fossilien, worunter *Terebratula fimbria*; *Rhynchonella spinosa* und *Pholadomya fidicula*, und werden auch oft speciell mit dem engeren Namen des unteren Ooliths bezeichnet. §. 561.

Ueber diesem unteren Oolith lagert die Walkererde (8), die mit blauem oder gelbem kurzen Thon beginnt, und dann in die eigentliche Walkererde übergeht, welche besonders zu Entfettung der Wolle und zur Töpferei ausgebeutet wird und im Norden Englands nicht vorkommt. *Ostrea acuminata* kommt zu Tausenden darin vor.

Ueber der Walkererde findet sich dann wieder Mergel und Thon, meist von weisser Farbe, der viele Thongallen und Kalknieren enthält. An einzelnen Orten, wie z. B. an der Küste von York, ist dieses Lager durch grobe Sandsteine mit eingelagerten Schiefern und Pflanzenabdrücken ersetzt.

Ueber der Walkererde findet sich ein in England sehr beständiger Horizont mächtiger oolithischer oder grobkörniger fester Kalke, der Hauptoolith (10), meist als Baustein ausgebeutet, mit vielen Korallenbänken und zuweilen mit braunen Mergellagern wechselnd. An seiner Basis hat man fast nur an einer einzigen Localität, bei Stonesfield, in der Nähe von Oxford, eigenthümliche Plattenschiefer unterschieden (9), die aus mergeligen Sandsteinen und Sandlagern bestehen, in welchen platte Kalklinsen sich finden, die sich grobschieferartig spalten und viele zum Theil höchst eigenthümliche Versteinerungen enthalten, unter welchen besonders einige Säugethiergattungen (*Amphitherium*, *Phascolotherium*) berühmt geworden sind. Dem Hauptoolith folgt wieder, ihn zuweilen sogar ganz ersetzend, eine Mergelgruppe, der Bradfordthon (11), meist von blauer Farbe, mit Lagern von nierenförmigem Eisensteine und thonigem Oolith, der als charakteristische Versteinerung *Ostrea Marshii* zeigt. Ueber ihm lagert der Forestmarmor (12), eine vielfach wechselnde Schichtenreihe von Sandsteinen, sandigen

Thonen und Mergeln und muschelreichen dichten Kalken, zwischen denen sich zuweilen Schieferthone mit Pflanzenabdrücken finden. Als letztes Glied hat man endlich grobkörnige, in schieferigen Platten sich absondernde Kalke unterschieden, den *Corn-brash* (13), der nebst dem Hauptoolith der einzige beständige Horizont dieser Gruppe ist, während alle übrigen Theile derselben vielfachen localen Veränderungen unterworfen sind.

c. Oxfordgruppe.

§. 562. **Gliederung.** Die Kellowayschichten (14), welche die Basis dieser Gruppe bilden, bestehen aus weichen kalkigen Sandsteinen, dünnen Lagern unregelmässiger Kalkknollen und mergeligen knotigen Schiefern, die nach oben eisenschüssig werden und als charakteristische Versteinerung die *Gryphaea dilatata* enthalten. Ueber ihnen liegt der Oxfordthon (15), ein blauer kurzer Mergel mit Zwischenlagern von Thon, dünnen Kalkbänken, bituminösen Schieferthonen und Kalkknollen, der fast überall in dem Jura einen leicht kenntlichen Horizont bildet. Kalkige Sandsteine (16), meist aus sandigen Mergelkalken zusammengesetzt und in ihrer Ausbreitung ziemlich unbeständig, bilden den Uebergang zu einem meist compacten, erdigen oder krystallinischen Kalksteine, dem Korallenkalk (17), der häufig fast nur aus Korallenriffen zusammengesetzt ist und ebenfalls einen äusserst beständigen Horizont bildet. Nach oben geht dieser Korallenkalk in den Eisenoolith (18) über, eine sehr unbeständige Gruppe von gelben oder braunen Oolithen mit Eisennieren und Zwischenlagern von Sand und Thon, der hier und da auf seinen Eisengehalt ausgebeutet wird.

d. Portlandgruppe.

§. 563. **Gliederung.** An der Basis lagern die Kimmeridge-Mergel (19), blaue, meist schieferige, oft bituminöse oder alaunhaltige Mergel mit vielen verkiesten Versteinerungen, unter denen sich besonders *Exogyra virgula* auszeichnet. Nach oben wird dieses zuweilen unreine Kohlenschmitzen enthaltende Mergellager gekrönt von dem Portlandkalke (20), compacten, festen Kalksteinen von weisser Farbe, die meist als Trottoirplatten ausgebeutet werden und zuweilen Zwischenlager von Oolithen, Sand und Schieferthonen enthalten, in welchen man Pflanzenversteinerungen findet.

Mit dieser oberen Gruppe schliesst die Schichtenreihe der meerischen Bildungen in den jurassischen Ablagerungen Englands. Es findet sich aber ausserdem noch in dem südlichen Theile von England, und zwar namentlich in Kent und Sussex, eine Schichtengruppe, welche zwischen Dover und Cap Beachy an die See gränzt und die man

bald als unterste Kreide, bald als oberste Juraformation angesehen, ja sogar in der letzten Zeit so zerspalten hat, dass man die untersten Schichten, die Purbeckschichten, zu dem Jura, die oberen dagegen zur Kreide gezogen hat.

e. Die Wäldergruppe (*Wealden group*).

Erstreckung. Die Wäldergruppe ist aus abwechselnden Schichten zusammengesetzt, welche meist aus süssem oder Brackwasser, nur selten aus der See stammen, und bildet in den angegebenen Grafschaften eine Art Insel, welche ringsum von den Kreideschichten umgeben ist. In der ganzen Erstreckung sind die Schichten domartig erhoben, so dass sie nach allen Seiten von einer Erhebungslinie abfallen, die man durch die Längsaxe der halben Ellipse ziehen kann. Die Verlängerung dieser Erhebungslinie über den Canal trifft bei Boulogne auf eine ähnliche inselartige Erhebung von Schichten auf, die aus der Kreide und aus dem Tertiärgebilde hervorragen, aber nicht nur von Wälderschichten, sondern auch von Juraablagerung, ja selbst von devonischen und Kohlenschichten gebildet ist, die, wie schon früher erwähnt, der Spitze des Ardennenzuges entspricht, so dass also die Faltung dieses Gebirgsrückens sich noch in England erkennen lässt. §. 564.

Das Wäldergebirge besteht hauptsächlich aus drei Schichtengruppen; an der Basis finden sich die Purbeckkalke (21) (*Purbeck-beds*), dünne, wohlgeschichtete, bläuliche Kalksteine, die mit Schichten bläulichen Schieferthons wechsellagern und ebenso wie die Portlandkalke zu Trottoirplatten ausgebeutet werden. Man hat diese Schichtenreihe in drei verschiedene Abtheilungen geschieden, die aber so viele Züge mit einander gemein haben, dass diese Abtheilungen nur einen localen Werth haben. In der untersten Abtheilung, die vorwiegend mergelig ist, findet man, unmittelbar auf dem Portlandkalke ruhend, Schichten alter Dammerde, *Dirt-beds*, mit Stämmen und Wurzelstöcken in ihrer natürlichen Stellung, sonst aber in den Kalken und Mergeln nur Brack- und Süsswasserversteinerungen, worunter besonders viele Schildkröten. In dem mittleren Purbeckkalke, in dessen Schichten einige Meeresschichten eingeschoben sind, hat man neuerdings (seit 1854) viele Säugethierreste gefunden welche alle Beutelthieren angehört zu haben scheinen. Der obere Purbeck ist reine Süsswasserbildung. Ueber ihm liegt der Hastingssand (22), eisenschüssiger Quarzsand von brauner Farbe mit sandigen Thonen und Mergeln, festeren Sandsteinen, grauen Sandkalken, Eisenlagern und Flecken verkohlten Holzes hier und da wechsellagernd. Ausserordentlich viele Versteinerungen gigantischer Reptilien finden sich in diesem Sande, der von dem eigentlichen Wälderthon (23) (*Weald-clay*) überlagert wird, einem bläulichen Töpferthon mit eingelagerten Schichten von Sand, Kalk und sehr versteine-

rungsreichem Kalke, der an einigen Orten als Marmor ausgebeutet wird, zuweilen viel Eisen enthält und mit dem Hastingssande viele der erwähnten Reptilien gemein hat.

Jura in Norddeutschland.

§. 565. **Erstreckung. Lagerung.** An dem südlichen Saume des norddeutschen Flachlandes ziehen sich nördlich und westlich vom Harze eine Menge einzelner Berge und Hügelzüge hin, die im Ganzen von Südost nach Nordwest streichen und deren Kern gewöhnlich von den Schichten der Trias gebildet wird, während die Lippen rechts und links von diesen Kernen von Juraschichten zusammengesetzt werden. Der bedeutendste Zug dieser jurassischen Gebilde ist in der Gegend der Porta Westphalica entwickelt, die selbst weiter nichts ist als ein Querriss durch gewölbartig erhobene Schichten, die dem Jura angehören und welche sich bogenförmig, durch mannigfaltige Ueberlagerungen unterbrochen, doch in erkennbarem Zusammenhange von dem Hils zwischen Gandersheim und Eimbeck über Minden nach Bramsche erstrecken. Im Uebrigen sind diese jurassischen Gebilde nur hier und da, wie z. B. bei Rheine und Schüttdorf, fleckenweise an die Oberfläche getreten, indem sie sonst grösstentheils von dem aufgeschwemmten Lande oder von der Kreide überdeckt werden, welche beide Gebilde auch in die Niederungen zwischen den Juraerhöhungen eindringen und so den Zusammenhang der einzelnen Inselflecken nicht deutlich vor die Augen treten lassen. Ein breiter, auf dem Keuper auflagernder Streifen des Lias bildet fast parallel mit der Weserkette den Teutoburger Wald und lässt sich noch in einzelnen Streifen südlich zwischen Detmold und Warburg verfolgen. Durch die grosse Liasmulde um Herford hängen die beiden Ketten fast zusammen und sind nur durch schmale Triasstreifen getrennt. Nach Osten hin sind die Juraschollen von der Aller begränzt, an deren linkem Ufer die mantelförmige Umfassung der Trias-Insel des Elmwaldes bei Fallersleben beginnt, um sich südlich über Helmstedt nach Ohrsleben fortzusetzen und über Schöppenstedt zum völligen Kreise zu schlingen. Von dort nach Westen hin folgen dann einzelne Schollen bei Pabsdorf, Halberstadt, Quedlinburg, Goslar, Walmoden, Hildesheim, die sich durch andere isolirte Mulden, die Gronauer- und Hilsmulde an die Weserkette anschliessen und den Ufern der Leine nach noch manche Schollen gewahren lassen, von welchen die Liasscholle von Göttingen die südlichste ist. Die ganze Zusammensetzung dieses norddeutschen Juragebildes schliesst sich am engsten an diejenige des englischen Jura an, eine Aehnlichkeit, die auch noch dadurch vollständig wird, dass das Wäldergebirge auch hier in ausgezeichnetem Maasse vorhanden ist. Einzelne Störungen abgerechnet, fallen die Schichten dieser jurassischen Gebilde so gegen

Norden hin ein, dass sie einzelne Muldeu bilden, welche durch Kreide- und Tertiärablagerungen erfüllt nnd durch Erhebaugslinien getrennt sind, in welchen die Schichten der Trias zu Tage treten. Nur da, wo Gewölbbildnng als bestimmendes Moment zur Entwickelung einer förmlichen Bergkette, der Weserkette, auftritt, sehen wir auch den mittleren und oberen Jura sich entwickeln, nnd es zeigt sich dadurch eine Gliederung in der Art, dass die höheren Theile der Juraschichten, der weisse und braune Jura mehr in dem Westen, die tieferen dagegen mehr im Osten hervortreten. So fiudet man das ganze Wesergebirge von Bramsche über deu Durchbruch der Porta Westphalica hinans bis zu dem Süntel fast ausschliesslich von mächtigen Lagern des mittleren und oberen Jura gebildet, an deren Durchbruchsflächen nur der Lias in schmalen Streifen hervortritt. An dem Deister zeigt sich besonders die Wälderformation entwickelt, und so finden wir, nach Osten fortschreitend bis zu der Hilsmulde im Hannoverschen, stets höhere Jura- nnd Kreideschichten an deu Höhenzügen zu Tage treten. Dagegen zeigen sich an den Faltungen der Schichten, welche dem nördlichen Harzrande parallel aus dem Schuttlande auftauchen, eine Menge von Aufbrüchen, wie namentlich bei Halberstadt, Goslar, Osterwiek, Braunschweig, in denen nur die untersten Lager, die dem Lias angehören, zu Tage treten und unmittelbar von der Kreide überdeckt werden. Weiter nach Osten findet man nur noch im Thüringerbecken bei Gotha und Eisenach einige höchst unbedeutende Flecken von Lias, der auf den Keuperschichten inselartig aufgelagert ist. In dieser ganzen Erstreckung stellt sich der Jura in folgender Weise dar.

Gliederung. Strombeck nnterscheidet drei Hauptgruppen: den unteren Jura oder Lias, den mittleren Jura oder Dogger nnd den oberen Jura. §. 566.

Lias. Der untere Lias besteht aus vier Schichtengruppen. Zu unterst eisenschwarze oder glimmerreiche, bituminöse, sandige Schieferthone mit festeren grauen Sandsteinplatten, mit *Ammonites Johnstoni* nnd *Ostrea sublamellosa* — die Psilonoteuschichten genannt. Darauf, ohne deutliche Trennung eisenschwarze, an der Luft grau werdende Schieferthone mit eingelagerten dichten, grauen nnd ockerfarbigen Kalkbänken, die Angnlatenschichten oder Cardinienbänke mit *Ammonites angulatus*; *Unicardium cardioides*; *Gryphaea arcuata*; *Pecten calvus*. Dann der eigentliche Gryphitenkalk oder die Arietenschichten, Kalke, die bald dicht und grau, bald mürbe, sandig, eisenschüssig sind nnd znweilen local durch dnnkelblaugraue Thone mit Eisennieren ersetzt werden. *Amm. Bucklandi* und *Conybeari*, *Gryphaea arcuata* nnd *Lima gigantea* sind die Leitmuscheln der Schicht. Hierüber folgen mächtige, blaugraue Thone, Planicostaschichten mit *Amm. planicosta* und *ziphus* und *Belemnites acutus*.

Der mittlere Lias beginnt durch dunkelgefärbte Oolithe, violette Mergelschiefer und hellgelbliche oder graue, feinkörnige, eisenhaltige Sandsteine, welche häufig bauwürdige Bänke eines körnigen braunrothen Mergeleisensteins umschliessen und die man, ihres Reichthums an Belemniten wegen, die Belemnitenschichten genannt hat. Ihre übrigen Einschlüsse, worunter namentlich *Ammonites brevispina, binotatus, Jamesoni*; *Spirifer rostratus*; *Rhynchonella furcillata*; *Gryphaea cymbium*; *Terebratula variabilis, numismalis* und *vicinalis* zu nennen sind, lassen diese Schichten mit den beiden folgenden als das zweifellose Analogon des mittleren englischen Lias oder des *Liasien* von d'Orbigny erkennen. Darüber liegen hellfarbige Mergel mit oolithischen Kalkbänken, die Capricornusschichten mit *Ammonites capricornus* und *curvicornus*; *Avicula cygnipes*; *Pentacrinus subangulatus.* Der mittlere Lias wird geschlossen durch blaugraue, plastische Thone und Mergel mit Thoneisensteinknollen, die Amaltbeen-Thone mit *Amm. margaritatus, spinatus*; *Belemnites compressus*; *Pecten aequivalvis*; *Inoceramus substriatus*; *Gresslya ventricosa.*

Der obere Lias besteht aus einem mächtigen Mergel- und Thongebilde, das sich am weitesten verbreitet zeigt und meist aus dunklen oder schwarzen Kalkmergeln von erdigem Bruche, aus mergeligen Thonen und reinen Thonen besteht, die stellenweise flachgedrückte Eisenknollen enthalten und besonders an der Basis des Gebildes sich bituminös zeigen. An einzelnen Stellen, wie z. B. bei Braunschweig, hat man in diesem oberen Lias drei Schichten unterscheiden wollen. An der Basis bituminöse Mergelschiefer, wegen der hauptsächlichsten Leitmuschel, *Posidonia Bronnii*, Posidonien-Schiefer genannt, die ausserdem noch *Discina papyracea*; *Avicula substriata*; *Inoceramus amygdaloides*; *Belemnites irregularis*; *Amm. communis* und *borealis* enthalten, und darauf Jurensis-Schichten, Mergelthone mit oolithischen Kalkknauern und vielen Petrefacten, worunter besonders *Amm. jurensis, insignis, Germanii, striatulus, expansus* und *Belemnites irregularis.*

§. 567. **Dogger.** Der mittlere oder braune Jura, der in Norddeutschland diesen Provinzialnamen führt, besteht wesentlich aus grobkörnigen, thonigen, dunkelbraunen Sandsteinen mit sandigen Brauneisensteinlagern und in Schieferthonen eingeschlossenen Eisenknollen. Er kann wohl nach den Versteinerungen, nicht aber nach der Gesteinsbeschaffenheit, die fast durchgängig gleich ist, in mehre Schichtengruppen zerlegt werden und ist besonders im westlichen Theile des norddeutschen Jura vorzugsweise entwickelt.

Ueber dem oberen Lias liegen die Opalinus-Thone, die man früher meist noch zu dem Lias rechnete, dunkle Thone mit *Ammonites opalinus*; *Nucula Hammeri*; *Trigonia navis*, die wesentlich nur in der Hilsmulde vorkommen, in der Weserkette aber noch nicht nachgewiesen

wurden. Hieranf folgen glimmerhaltige, hellgraue Schieferthone mit vielen Eisensteinknollen, Inoceramusschichten, mit *Inoceramus polyplocus; Gresslya donaciformis; Pholadomya transversa* und *decorata* und *Amm. Murchisonae.* Dann kommt erst der eigentliche Dogger, zuerst dunkle Thone mit vielen Thoneisensteinknollen und Bänken nnd theilweise verkiesten Versteinerungen, die Coronatenschichten mit *Belemnites giganteus, Gingensis; Ammon. Braikenridgei, pinguis, Gervillei; Gresslya abducta.* Dann glimmerig sandige Schieferthone mit grossen Eisenknollen, Parkinsonischichten mit den gleichnamigen Ammoniten. Hierauf Thonsande und Glimmerthone mit Ostrea Knorrii, *Astarte pulla; Belemnites Beyrichi; Trigonia interlaevigata.* Dann findet sich an einzelnen Orten eine nur wenige Meter mächtige Lage von gelbgrauem oder röthlich-erdigem Kalkmergel, welcher häufig mit hellerem sandigen Kalksteine wechselt, der bald nur kleine Körner, bald auch grössere Knollen von Eisen enthält nnd oft ziemlich reich an Kiesel ist, so dass er in einen stark eisenhaltigen braunen Sandstein zuweilen übergeht. Dieser Eisenkalk dürfte dem englischen Cornbrash entsprechen; er enthält besonders massenhaft *Avicula echinata.*

Oberer Jura. Man unterscheidet darin gegenwärtig sieben Schichtengruppen. Bei der Porta westphalica beginnt er mit grobkörnigen rothen Eisensandsteinen, sogenannten Bausandsteinen, braunem Eisenoolith und sandigem Schieferthon, bei Hildesheim mit hellgrauen Thonen. Dies sind die Macrocephalenschichten mit *Ammonites macrocephalus, Gowerianus, funatus, calvus.* Dann folgt dunkler Oxford- oder Ornatenthon mit *Amm. ornatus, Jason, Lamberti* und *Nucula pollux.* Hierauf lagern die sogenannten Hersumerschichten, thonigkalkige Sandsteine mit *Gryphaea dilatata; Amm. cordatus, plicatilis, perarmatus, mendax.* §. 568.

Ueber diesem Thone findet sich nun eine Menge von Schichten, die ein gewaltiges Lager bilden, welches man im Allgemeinen als *Coral-rag* bezeichnet hat und in welchem man folgende Gruppen unterscheiden kann.

Die untersten Schichten bestehen aus kalkigen, weichen, braunen Sandsteinen und Dolomitmergeln, die mit braunen, quarzigen Kalksteinen und Oolithen wechseln, zuweilen versteinerte Baumstämme enthalten und viele Versteinerungen einschliessen, worunter besonders Korallen, nnter denen *Isastrea helianthoides* besonders häufig ist.

Ueber diesem unteren hauptsächlichen sandigen Gebilde ruht nun der wahre Korallenoolith, der aus hellem, gelblichem, dichtem, oolithischem Kalksteine besteht, welcher fast nur aus mächtigen Korallen aufgehäuft ist, die offenbar, besonders am Lindnerberge bei Hannover, ein eben solches Korallenriff bildeten, wie man diese im schwäbischen

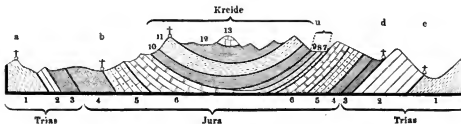
und schweizerischen Jura in grösster Ausdehnung nachgewiesen hat. *Cidaris florigemma*; *Ostrea solitaria*, *pulligera*; *Pecten vimineus*, *lens*, *varians*, *trichites*; *Isocardia cornuta* sind die Hauptleitmuscheln ausser den Korallen.

Auf dem wahren Korallenkalke lagern graue oder röthliche Massen krystallinischen Dolomites, der steile nackte Wände, viele Höhlungen und höchst eigenthümliche Formen zeigt, die aus seiner Verwitterung und Auswaschung hervorgehen. Die Versteinerungen sind in diesen Dolomiten entweder gänzlich verschwunden oder in den Mergellagen, die dazwischen vorkommen, zwar noch erhalten, aber nur in der Gestalt schlechter Steinkerne, so dass sie keine genaue Bestimmung zulassen.

Unter den dolomitischen Mergeln zeigen sich noch am Lindnerberge dichte, graublaue Kalke und Mergel, Nerineenbänke, dunkle Thone, weisse Kalksteine, die Nerineenschichten, mit *Nerinea Visurgis*; *Cerithium septemplicatum*, *astartinum*; *Chemnitzia Bronnii*, *abbreviata*; *Astarte scutellata*. Darauf z. B. am Tönnjesberge, Pterocerasschichten, weissgraue Kalke mit *Terebratula subsella*; *Avicula modiolaris*, *Pteroceras Oceani*, *Trigonia gibbosa*; darüber die Virgula-Gruppe, kaum zu unterscheidende Kalkbänke mit *Exogyra virgula* und *Pholadomya acuticosta* und endlich hellgelbe oolithische Kalksteine, die Gigasschichten mit *Ammonites gigas* und *Ostrea falciformis*. Mit diesen Schichten schliesst die obere Reihe, die man als Portlandkalk zusammenfassen kann.

§. 569. Das **Wäldergebirge** ist fast ganz in derselben Weise wie in England entwickelt und dürfte im Ganzen eine Mächtigkeit von 300 Metern erreichen. Der Purbeckkalk findet sich an der Hilsmulde, wie beistehender Durchschnit Fig. 318 zeigt, als Plattenkalk, hell und dick-

Fig. 318.



Durchschnitt der Hilsmulde.

a Homburg. *b* Holzen. *c* Hils. *d* Imsen. *e* Wispenstein.

1 Bunter Sandstein. 2 Muschelkalk. 3 Keuper. 4 Lias. 5 Brauner Jura. 6 Weisser Jura. 7 Serpulitenkalk. 8 Deistersandstein. 9 Wälderthon. 10 Hilsthon. 11 Hilssandstein. 12 Flammenmergel. 13 Pläner des Idtberges.

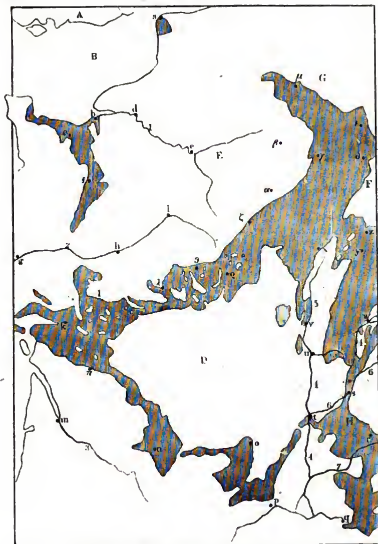
schieferig, über 200 Fuss mächtig, darüber rother, mehre hundert Fuss mächtiger Mergel und darauf Serpulit; Leitmuscheln sind im unteren Plattenkalk *Corbula inflexa*, im oberen Serpulit *Serpula coacervata*. Darüber ist ein weisslicher oder gelblicher Sandstein entwickelt, der dem Hastingssandstein entspricht und besonders die Kuppe des Deister bildet, weshalb man ihn auch den Deistersandstein genannt hat. Am Süntel und bei Osnabrück enthält dieser Deistersandstein bauwürdige Kohlenflötze, welche zwischen dunklen Letten und Thonschiefern eingeschlossen sind. Ueber ihm lagert der eigentliche Wälderthon, der ganz dieselben Süsswasserversteinerungen finden lässt wie in England, und nach oben dünngeschichtete quarzfelsähnliche Lager oder Kalksteine enthält, die man auch mit dem Namen Serpulit bezeichnet hat. Mit diesen Kalksteinen schliesst die Wälderbildung nach oben ab, und ihre Entwickelung, die am Deister mehre hundert Meter erreicht, liefert das wesentlichste Verbindungsglied dieser norddeutschen Jurabildung mit derjenigen Englands. Die Aehnlichkeit wird auch dadurch noch mehr hervorgehoben, dass die Wälderbildung am weitesten nach Westen hin entwickelt ist, nach Osten hin allmälig aber verschwindet.

Jura in Oberschlesien. Deshalb zeigt denn auch ein grösseres, aber im Ganzen noch wenig gekanntes Juragebiet, welches in Oberschlesien zwischen der Oder und Wertha in der Umgebung von Tarnowitz entwickelt ist, weniger Aehnlichkeit mit diesem norddeutschen Jurazuge als mit demjenigen der Alpen, dessen Fortsetzung in diese Gegend hin durch Ablagerungen in Mähren und an den Karpathen angedeutet wird. Es lagern diese dem Lias angehörigen Thonschichten, die bei Ryhniek, Ratibor, sowie andererseits von Grabow bis gegen Siewierz entwickelt und an vielen Orten sehr reich an Eisenstein sind, offenbar auf einem Muschelkalkzuge auf, der zwischen Tarnowitz und Oppeln sich erstreckt, von dem sie aber durch Geröllablagerungen getrennt erscheinen. Im Osten lagern dann auf diesen Liasschichten die höheren Juraschichten von Czenstochau. §. 570.

Jura in Frankreich.

Erstreckung. Südlicher Ring. Die jurassischen Gebilde zeigen sich in Frankreich in Gestalt zweier Ringe, von denen der südliche mehr geschlossen, der nördliche dagegen gegen den Canal hin weit geöffnet ist, so dass das Ganze etwa die Gestalt einer Acht hat, welche über Nevers, Bourges, Chateauroux und Poitiers zu einem Knoten geschürzt ist. Der südliche Ring ist, wie schon bemerkt, fast vollständig geschlossen und umgieht im Kreise das granitische Centralplateau Frankreichs mit den vulcanischen Kegeln der Auvergne, welche sich darüber erheben; nur im Osten findet sich eine Strecke, zwischen §. 571.

Fig. 319.



Ausbreitnng der jurassischen Gebilde in Frankreich.
A England. *B* Canal. *C* Ocean. *D* Centralplateau. *E* Pariser Tertiärbecken.
F Vogesen. *G* Ardennen. *H* Südalpen. *I* Mittelmeer.
1 Seine. 2 Loire. 3 Garonne. 4 Rhone. 5 Saône. 6 Isère. 7 Durance.
a Boulogne. *b* Honfleur. *c* Caen. *d* Rouen. *e* Paris. *f* Alençon. *g* Nantes.
h Blois. *i* Orleans. *k* Niort. *l* Poitiers *m* Bordeaux. *n* Cahors. *o* Rhodès.
p Montpellier. *q* Marseille. *r* Gap. *s* Grenoble. *t* Valence. *u* Lyon. *v* Mâcon.
w Genf. *x* Dijon. *y* Besançon *z* Vésoul. *α* Troyes. *β* Châlons. *γ* Bar-le-Duc.
δ Nancy. *ε* Metz. *ζ* Auxerre. *η* Nevers. *ϑ* Bourges. *λ* Chateauroux.
μ Meziers. *π* Angoulême.

Valence und Lyon, wo der Kreis nicht vollkommen geschlossen ist, sondern die granitischen Gebilde unmittelbar bis zur Rhone reichen und auf dem linken Ufer derselben der Boden von Tertiärgebilden überdeckt wird. Mit Ausnahme dieser Stelle verfolgt man die jurassischen Schichten fast stets in vollständigem Zusammenhange von Valence südlich bis in die Nähe von Montpellier, von da, in nordwestlichem Zuge streichend, über Rhodès, Cahors und Angoulême bis nach La Rochelle, wo sie das Ufer des Oceans erreichen und mit dem Zuge zusammentreffen, welcher den nördlichen Ring bildet. Von La Rochelle aus verfolgt man sie in nördlicher Richtung bis nach Nevers und Auxerre, von wo dann theils der östliche Schenkel des nördlichen Ringes abgeht und andererseits sich eine schmale Bande längs des Laufes der Saône verfolgen lässt, die mit Unterbrechungen an ihrem Ende bis nach Lyon hinabreicht. Auf diesem ganzen weiten Umkreise fallen sämmtliche Schichten von dem Mittelpunkte des Centralplateaus aus nach aussen hin ein, so dass man die tieferen Schichten theils unmittelbar auf dem Centralplateau und seinen granitischen Gesteinen, theils auf der Trias und dem Kohlengebilde auflagernd findet, während die höheren jurassischen Gebilde mehr nach aussen zu finden sind, wo sie von der Kreide und den Tertiärschichten überlagert werden. So findet man den Lias, wenn man auf der Westseite des Ringes beginnt, in der Nähe von Villefranche unmittelbar auf dem Gneiss des Kohlenbeckens von St. Etienne auflagernd und verfolgt ihn von hier aus über Cluny, Givry, Sémur, Avallon, St. Pierre, Charenton, St. Amand, La Châtre bis in die Gegend von Montmorillon hin, wo nur einzelne Flecken, aber fast überall auf den krystallinischen Gebilden auflagernd, getroffen werden; dann trifft man den Lias wieder im Süden des granitischen Centralplateaus bei Turenne, Fons, Villeneuve als Auskleidung einer Art Bucht, welche von Privas aus über Joyeuse, Alois, St. Hypolite bis nach Mendé, Rhodès und Bedarieux sich in das Bereich des granitischen Centralplateaus hineinzieht. Ueberall bildet der Lias nur einen schmalen Streifen, der weiter nach aussen hin von dem mittleren und dann wieder von dem oberen Jura überlagert wird, so dass man von dem Centralplateau aus, in welcher Richtung man auch gehen möge, stets die Schichten in ihrer Aufeinanderlagerung, zuerst die unteren, dann die oberen durchschneidet. Nach Westen hin in einem grossen Bogen, den man von Montmorillon über Larochefoucauld bis nach Terrasson ziehen kann, tritt der mittlere Jura unmittelbar bis an den Centralkern heran.

Nördlicher Ring. Der nördliche Ring, welcher das Becken von Paris in weitem Kreise umgiebt, verhält sich gerade umgekehrt, indem alle Schichten nach dem Centrum dieses Ringes einfallen und die tieferen Schichten demnach auf der Aussenseite, die höheren auf der Innenseite des Ringes erscheinen, während um das Centralplateau herum §. 572.

der innere Rand des Ringes von dem Lias, der äussere von dem oberen Jura gebildet wird. Dies folgt indessen einfach aus dem Umstande, dass der nördliche Ring den Rand eines Beckens darstellt, das aus drei Flügeln zusammengesetzt ist, welche auf verschiedenen älteren Massen aufgelagert sind, im Westen auf der Halbinsel der Bretagne, im Süden auf dem Centralplateau der Auvergne, im Osten auf den Gebirgszügen der Vogesen und der Ardennen. Jeder dieser verschiedenen Theile des Ringes zeigt nun die Auflagerung auf die älteren Gebilde, wodurch das Einfallen von diesen weg und damit die Muldenstellung der Schichten im Ganzen erzielt wird. Der westliche Schenkel des Ringes, welcher die Bretagne umgiebt, bildet die genaue Fortsetzung des jurassischen Bandes, welches England umzieht, so dass die Schichtenrichtung bei Caen und Bayeux vollkommen auf die gegenüberliegende Halbinsel Portland hindeutet, welche die südlichste Spitze des englischen Jura bildet. Von Valognes, Bayeux, Caen und Honfleur, in deren Nähe dieser Schenkel die Küste des Meeres bildet, lässt er sich in nordsüdlicher Richtung über Alençon bis in die Nähe der Loire verfolgen, wo er bei Durtal durch die Kreidegebilde überlagert wird. Auf dem südlichen Ufer der Loire erscheinen die jurassischen Gebilde wieder bei Doné und schlingen sich nun so um die Südspitze der bretagnischen Halbinsel über Airvault, St. Maixent, Niort, Luçon und La Rochelle herum, dass sie in der Nähe dieser Städte das Meer erreichen und hier auch über Poitiers und Nevers durch ein Querband von höheren Juraschichten sich mit dem Ringe des Centralplateaus vereinigen. Der Beweis, dass die Lagernng dieses Schenkels mehr als ein die Bretagne umschliessendes Band aufgefasst werden muss, liegt darin, dass die Liasschichten überall, wo sie vorkommen, auf dem Granit und den Schiefern der Bretagne auflagern und dass sie namentlich an der südlichen Gränze dieser Gebilde bedeutend entwickelt sind. Man findet nämlich den Lias im Norden nur zwischen Valogne und Bayeux, während die Felsen des Calvados, die Gegend um Caen und Argentau und Alençon von dem mittleren, die Gegenden von Honfleur und Mamers von dem oberen Jura gebildet sind. In der ganzen Erstreckung von Caen bis an die Loire findet man nur mittlere und obere Juragebilde, und der Lias tritt erst wieder bei Thouars in die Erscheinung, wo er dann ein fast ununterbrochenes Band bis an das Meer bildet. Luçon, Niort, Lussignan und Poitiers liegen dann auf dem mittleren, La Rochelle, le Mans, S. Jean d'Angely und Angoulême auf dem oberen Jura.

Der östliche Schenkel des Ringes, welcher das Pariser Becken umgiebt, beginnt an der Küste des Canals bei Boulogne mit einem kleinen Flecken höherer jurassischer Gebilde, welche inselartig aus dem sie umgebenden Kreidegürtel auftauchen und, wie schon früher bemerkt, durch ihr Erscheinen die Richtung der Ardennenhebung andeuten, die sich noch weiter in das Gebiet des Wäldergebirges an der englischen

Küste fortsetzt. In der ganzen Erstreckung von Boulogne bis Aubenton treten nun die Kreide- und Tertiärschichten unmittelbar an das Schiefer- und Kohlengebirge der Ardennen heran und verdecken so in der Tiefe die unzweifelhaft vorhandene Fortsetzung der Juraschichten. Diese beginnen bei Aubenton und bilden unmittelbar ein breites Band, welches überall auf den Mergeln der Triasbildung Lothringens und nur an seinem nördlichen Rande auf den Schiefern des rheinischen Gebirges aufruht. Die nördliche Gränze dieses im Durchschnitte etwa 15 geographische Meilen breiten Bandes zieht sich von Aubenton über Messière und Arlon nach Luxemburg. Die Ostgränze verfolgen wir von da aus über Thionville, Metz, Chateau-Salier, Nancy, Mirecourt bis nach Bourbon les bains, während die Westgränze sich von Aubenton über Varennes, Clermont, Bar-le-Duc, Vassy, Bar-sur-Aube, Bar-sur-Seine nach Auxerre verfolgen lässt. Ueberall ist die Ostgränze von einem vollständig zusammenhängenden Bande von Lias, die Westgränze von einem ähnlichen Bande oberer Juraschichten gebildet, während in der Mitte des Bandes die mittleren Juraablagerungen ausgebildet sind. Die Gränzen der einzelnen Formationen laufen fast parallel mit einander, und da die Kalkschichten derselben Terrassen bilden, deren abgeschnittene Schichtenköpfe nach Osten schauen, so ist dadurch eine Reihe verschiedener natürlicher Höhenlinien gegeben, welche von jeher in der Vertheidigung Nordfrankreichs gegen Angriffe von Osten her eine bedeutende Rolle gespielt haben. Der Lauf der Maas von Neuenburg bis nach Mézières giebt etwa die Richtung dieser parallelen Terrassen an. An der Südspitze der Vogesen angelangt, schlingt sich das jurassische Band in ähnlicher Weise um dieselbe nach Osten herum, wie der gegenüberstehende Schenkel sich nach Westen um die Bretagne herumschlang, und es wird so ein breiter Verbindungsarm jurassischer Ablagerungen gebildet, der den ganzen Raum zwischen Bourbon les bains und Dijon ausfüllt und über Vésoul und Besançon mit dem Juragebirge zusammenhängt, welches dann durch die Schweiz nach dem südlichen Deutschland in die würtemberger Alb sich fortsetzt. Wir werden diese Gebilde in einem besonderen Abschnitte behandeln, da der Jura hier sowohl wie in den Alpen ganz eigenthümliche Charaktere zeigt, welche mit denen der weniger aufgerichteten jurassischen Schichten, wie sie in den beiden beschriebenen Ringen sich zeigen, nicht ganz vollkommen übereinstimmen.

Lias. Etage sinémurien. Etage liasien. Etage toarcien. §. 573.
Der Lias, den wir innerhalb der angegebenen Gränzen am Rande des Centralplateaus der Vogesen und der Bretagne finden, zeigt gewöhnlich an der Basis einen grobkörnigen, oft eisenhaltigen Sandstein, den Liassandstein, der seines Eisens wegen zuweilen ausgebeutet wird, vielfältig von Mergeln und Thonen überlagert ist und die *Cardinia*

concinna als Leitmuschel enthält. Ueber diesem ziemlich unbeständigen Gliede, das auch an vielen Orten von den Keuperschichten noch nicht gänzlich getrennt ist, liegt in sehr beständiger Ausbildung der meist thonhaltige, dünnschieferige, schwärzliche Gryphitenkalk mit *Gryphaea arcuata*, der mit schwarzen Mergeln wechsellagert und mit dem Liassandstein jetzt als unterer Lias oder Stockwerk von Sémur (*Etage sinémurien*) bezeichnet wird. Ueber diesen Kalken liegen die Schichten des mittleren Lias (*Etage liasien*), dunkelschwärzliche Thone und Thonschiefer, die überall von Eisenkies durchdrungen sind, der sich besonders an den Versteinerungen anhäuft; zuweilen finden sich statt der Thone Sandsteine, Sandkalke, gelbliche oder dunkle Kalke, worin als Leitmuscheln *Gryphaea cymbium* und *Ammonites margaritatus*. Der obere Lias (Stockwerk von Thonars; *Etage toarcien*) besteht aus gelben thonigen Kalken, glimmerigen Kalksteinen, welche oft bedeutende Eisenlager enthalten, oder auch in der Nähe der Bretagne aus bläulichen Kalken mit Kieselknollen bestehen, über denen compacte blaue oder gelbe Kalke lagern. Dunkle Mergel bilden oft die überwiegenden Zwischenlager dieser Schichten, in denen *Ammonites bifrons, radians; Posidonia Bronnii; Trigonia navis* wesentliche Leitmuscheln sind.

§. 574. **Etage bajocien.** Der mittlere Jura besteht aus vielfach wechselnden Schichten, deren Eintheilung die grösste Schwierigkeit gemacht hat und wofür auch die hier nach d'Orbigny gegebene nicht maassgebend ist. In der Nähe von Bayeux und überhaupt in Calvados findet sich ein Eisenoolith (*Oolithe ferrigineuse*), ein schieferiger oder blätteriger, meist sehr poröser, grüner oder braunrother Oolith, der viele Eisenkörner enthält, zuweilen förmlich sandartig wird, an anderen Stellen an seiner Basis Sandkalke enthält und zuweilen durch Mergel oder Kalksteine ersetzt ist. Nach oben wird dieser Eisenoolith gewöhnlich vollkommen weich, dicht oder porös, zuweilen auch blau und thonig und wird dann überlagert von mächtigen Schichten eines blauen Thones oder Mergels, den man auch den Mergel von Port-en-Bessin genannt hat, und der der Walkererde von England entspricht. In diesem Mergel finden sich untergeordnete Schichten von Kalkknoten, Gypslagern, Kieselknollen und blätterigen Mergelkalken. Der ganze eben beschriebene Schichtencomplex über dem Lias wird von d'Orbigny als das Stockwerk von Bayenx (*Etage bajocien*) bezeichnet.

§. 575. **Etage bathonien.** Das Stockwerk von Bath (*Etage bathonien*) beginnt mit dem Hauptoolith, der eine der wesentlichsten Kalkterrassen in Frankreich bildet und an vielen Orten als vortreffliches Baumaterial ausgebeutet wird. Man bezeichnet ihn auch ziemlich allgemein als Kalk von Caen (*Calcaire de Caen*); nur höchst selten zeigt er eine oolithische Structur, meist ist er weiss oder gelblich, hinrei-

chend dicht nnd weich, um gesägt werden zu können, oft äusserst hart und dicht, dann wieder erdig, so dass er selbst die Finger schmutzt. Die dichten Kalke bestehen meistens aus kleinen Spathlamellen, zerbrochenen Schalen nnd enthalten eine Menge von Korallen nnd anderen Versteinerungen, unter welchen *Ammonites macrocephalus*, *discus*; *Ostrea acuminata*; *Terebratula digona* die hauptsächlichsten Leitmuscheln bilden. An der Basis finden sich meist eisenhaltige, gelbe, blätterige Kalkbänke, auf der Höbe des Kalkes mit Korallen schieferige, compact graublaue, marmorartige Kalke, welche man dem *Forest marble* verglichen hat, die aber keine durchgreifende Absonderung von dem Hauptoolithe zeigen.

Etage callovien. Etage oxfordien. Auf den Hanptoolith folgt der untere Oxfordthon (*Argile de Dives*), ein weit verbreiteter, überall leicht kenntlicher Horizont graublaner Thone, die namentlich in Calvados an den steilen Abstürzen der Meeresküste, besonders in den unter dem Namen *Vaches noires* bekannten Felsen ausgezeichnet entwickelt sind. *Gryphaea dilatata*; *Terebratula diphya*; *Ammonites Jason* sind die hauptsächlichsten Leitmnscheln dieser Mergel, die an einzelnen Orten mit einem gelblichen Kalk wechsellagern und unter dem Namen *Etage callovien* den Kelloway-Schichten der Engländer jetzt parallelisirt werden. Ueber ihnen finden sich dann wieder graublaue oder schwarze Mergelthone mit bläulichen Kalken, weisslichen Oolithen, zuweilen anch mit kalkigen Sandsteinen, eisenschüssigen Oolithen und kreideähnlichen Kalken mit Kieselknollen, die man als eigentlichen Oxfordtbon (*Etage oxfordien*) nnterschieden hat, deren Scheidung in geologischer und paläontologischer Hinsicht aber nur an den wenigsten Orten gelingen dürfte. §. 576.

Etage corallien. Etage kimméridgien. Etage portlandien. Hierauf folgt der eigentliche Korallenkalk (*Etage corallien*), meist dichter oder mergeliger, selten oolithischer Kalk, der, wie der Hauptoolith, eine mächtige Kalkterrasse bildet, meist aus Korallenbänken zusammengesetzt ist und eine grosse Ausdehnung besitzt. §. 577.

An einigen wenigen Orten, namentlich bei Boulogne und Auxerre, findet sich über dem Korallenkalke ein gelber oder blaucr Mergelthon, mit sandigen Kalken wechsellagernd, der Kimmeridgemergel (*Etage kimméridgien*), welcher an denselben Orten von weissen compacten, zuweilen schieferigen oder kieseligen Kalksteinen überlagert wird, die dem Portlandkalke entsprechen und als *Etage portlandien* mit den Leitmuscheln *Ammonites giganteus*; *Trigonia gibbosa* und *Ostrea Bruntruthana* unterschieden werden.

Das Juragebirge in der Schweiz und im südwestlichen Frankreich.

§. 578. **Ausbreitung.** Es beginnt diese weite Ablagerung jurassischer Gebilde auf dem nördlichen Ufer des Rheines, in der Nähe von Schaffhausen, wo sie durch den hohen Randen mit dem süddeutschen Jura, mit der würtembergischen Alb zusammenhängt. Von dort aus zieht sich das Gebirge bogenförmig nach Südwesten, und man kann es in einer langen Linie von Baden im Aargau aus über Aarau, Aarburg, Solothurn, Biel, Neuenburg, Iverdon, Lasarraz, Gex bis zum Fort l'Ecluse an die Rhone verfolgen. Ueberall auf dieser ganzen Linie hebt sich das Gebirge mit steilen Abhängen aus dem Plateau der hügeligen, aus Mollasse gebildeten Mittelschweiz hervor, und es finden sich nur wenige inselartige Vorsprünge, unter welchen die Lägereukette bei Baden im Aargau vorzüglich zu nennen ist. Im Süden des Fort l'Ecluse bleibt die Jurabildung so ziemlich auf dem westlichen Ufer der Rhone, springt aber in der Gegend des Lac de Bourget nach Osten hinüber, um sich dort mit dem Jura der savoyischen Alpen zu verbinden. Der westliche Abhang des Gebirges lässt sich von der Südspitze des Schwarzwaldes über Laufenburg, Rheinfelden an Basel vorbei nach Delle und Moutbelliard hin verfolgen, wo er dann mit dem jurassischen Zuge zusammentrifft, welcher die Vogesen umgiebt. Dass der ganze Schwarzwald und die Vogesen rundum von Juragebilden umgeben waren, die aber in dem Rheinthale versunken und durch mächtige Anschwemmungen verdeckt sind, zeigen einzelne inselartige Flecken, welche auf der ganzen Länge dieser beiden Gebirgsketten an der dem Rheine zugewandten Seite sich finden. So im Badischen, zwischen Wisloch und Langenbrücken, bei Lahr, bei Freiburg, bei Mühlheim, und auf dem linken Rheinufer bei Buxweiler, Obernrhein, Pappolsweiler und Rauffach. Der Zusammenhang des Mont Jura mit dem östlichen Flügel der französischen Juragebilde, die das Becken von Paris und das Centralplateau umgeben, wird durch ein breites Band bewerkstelligt, das zwischen Besançon und Montbelliard nach Westen sich erstreckt. Unterhalb Besançon verfolgt man dann wieder die Gränzen des jurassischen Gebietes, die überall unter die Anschwemmung der Bresse untertauchen, über Salins, Sous-le-Saulnier nach Cuiseaux, St. Amour, St. Rambert bis in die Gegend von Bourgoin, wo die späteren Ablagerungen ebenfalls die Fortsetzung überdecken.

§. 579. **Aeussere Bildung.** Ueberall in diesem ganzen Bereiche zeigt sich das Gebirge mit demselben Charakter: hohe, eintönige Kalkmauern von den zerrissenen Schichtenköpfen gebildet, an deren Fusse meist in der Tiefe der Thäler die unteren Schichten zu Tage gehen. Die mit den Kalken wechsellagernden Mergel bilden an dem Fusse der Kalk-

mauern sanftere Abhänge. Auf ihrer Aussenseite ist die ganze Kette von Biel an bis zu ihrem südlichen Ende mit einer Schichtenfolge harter Kalksteine und Mergel bekleidet, welche der Kreide angehören und deren Entwickelung successiv nach Süden zunimmt; wie denn überhaupt die höheren Gebilde um so mehr sich ausbilden nnd die Aufbrüche bis zu dem Lias und der Trias um so seltener werden, je weiter nach Süden man vordringt. Die Kreide- und Mollassenbildungen füllen viele innere Thäler bis zu einer gewissen Höhe aus; die Kreidebildungen erstrecken sich aber anch in den Thälern nicht über den Neuenburger Jura nach Nordwesten. Es ist hierdurch, sowie durch die Tiefenaufbrüche nnd durch die Zusammensetzung namentlich der oberen Stockwerke eine Art von Scheidelinie in dem schweizerischen Jura selbst gegeben, indem östlich von Solothurn die Bildungen mehr dem schwäbischen, westlich mehr dem französischen Jura entsprechen. Die Thäler selbst zeigen mehr oder minder eine Längsrichtung und bestehen seltener aus wellenförmigen Einbiegungen der Schichten, als vielmehr aus Rissen, die von zwei Lippen begränzt werden, von welchen gewöhnlich die eine höher als die andere ist.

Fig. 320.



Plan eines Aufrissthales (Ruz) im französischen Jura.

Gewöhnlich enden die Thäler in einem halbkreisförmigen Amphitheater, an dessen Basis die tieferen Schichten zu Tage treten, während die höheren fast senkrechte Abstürze bilden. Solche Amphitheater und Längsthäler heissen Combes. Durch Querthäler (Cluses) münden die einzelnen Längsthäler nach der Ebene hin aus; meistens sind solche Querthäler ausserordentlich eng mit steilen, senkrechten Wänden. Beispiele sind die Thäler von Münster, vom Fort l'Ecluse, die Cluse von Balstal n. s. w. Thurmann hat je nach der Tiefe des Aufbruches Ketten und Hebungen mehrer Ordnungen unterschieden; so die Ketten erster Ordnung, bei welchen nur die oberen Decken der Juragebilde durchbrochen sind; die Ketten zweiter Ordnung, wo der Riss bis auf den mittleren, die dritter und vierter Ordnung, wo er bis auf den unteren Jura und in die Trias sich fortsetzt. Es lassen sich diese Abtheilungen noch vervielfältigen, je nachdem die einzelnen Schichtengruppen domförmig erhoben oder zerspalten sind, was stets auf eine stärkere Dehnung der Gewölbe hinweist. So giebt es Gewölbe und

Risse, welche nur der äusseren Kreidebekleidung, dem Néocomien, angehören. Der Tunnel des Mauremont zwischen Yverdon und Lausanne durchschneidet ein solches einfach gesprungenes Néocomiengewölbe. Tritt man von den nördlichen Torfmooren her in diesen Tunnel, so heben sich die Schichten des gelben Kalkes gewölbartig nach Süden, auf der Höhe der Wölbung kommt man in ein kleines, offenes Rissthal, von den unter dem Kalke liegenden Mergeln gebildet; der Tunnel dringt gleich in den südlichen Schenkel des Gewölbes, dessen Schichtenköpfe das Thälchen begränzen, und durchschneidet die nach Süden fallenden Schichten.

Die einzelnen Ketten, in welche der hohe Jura zerfällt, entstehen dadurch, dass Gewölbe sich in Längsrichtnng emporheben, der Längsrichtung nach aufspalten, tiefere Gewölbe hervortreten lassen, die sich wieder spalten, und dass diese Risse sich wieder schliessen, indem sich die Gewölhe verflachen. Die einzelnen Lippen der aufgerissenen Gewölbe sind fast immer ungleich entwickelt, die Gewölhe selhst meist nach einer Seite hin geneigt oder selhst übergekippt und die Lippen ausserdem in verschiedener Weise abgetragen, wodurch viele Modificationen entstehen. Der hier beigefügte Durchschnitt (Fig. 321) des grossen Tunnels der Eisenbahn Jura industriel zwischen la Chaux-de-fonds und Neuenburg giebt das Beispiel eines vollständigen und eines Halbgewölbes des oheren Jnra, dessen Beschaffenheit nach der äusseren Untersuchung so klar vorlag, dass Gressly und Desor vor Beginn der Arbeiten ein Profil anfertigen konnten, welches später fast Meter für Meter bestätigt wurde.

Es zeigt dieser Durchschnitt, dass das Gewölbe, dessen eine Lippe der Mont Sagne darstellt, dort nur bis auf den Oxfordthon geborsten ist, während in demjenigen der Loges in der Mitte ein Gewölbe von Unteroolith auftaucht, dessen südliche Lippe weit entwickelter ist als die nördliche, wo nur das untere Stockwerk des Oberjura sich vorfindet. Aus dieser Form des Gewölhes wurde erschlossen, dass der Tunnel im Inneren den ebenfalls emporgewölbten Lias, der sonst sich im Neuenburger Jura nicht findet, antreffen müsse, eine Voraussage, die sich vollständig bestätigte.

§. 580. Die Art und Weise, wie sich die Ketten in ihren Gewölben aufwulsten, aufreissen und wieder schliessen, ergiebt sich klar und deutlich aus den lehrreichen Durchschnitten der Umgegend von Solothurn nach Lang, die wir hier geben und die alle parallel von Nord nach Süd geführt sind und, von West nach Ost fortschreitend, die vier Parallelketten des Weissenstein (I), des Hauenstein (II), des Passwang (III) und des Wysenbergs oder Mont terrible (IV) durchschneiden. Das Hügelland der Ebene zeigt sich in diesen Durchschnitten (Fig. 322) überall von Mollasse gebildet, die offenbar noch den Wellenbiegungen der darunter liegenden Juraschichten gehorcht; über ihr sind die mächtigen

Fig. 321.



Durchschnitt des Eisenbahntunnels bei la Chaux-de-fonds.

a Nördlicher Eingang bei la Chaux-de-fonds. *b* Südlicher Ausgang im Val-de-Ruz. *c* Mont Sagne. *d* Montagne des Loges; auf dem Gipfel Vue des Alpes. *e* kleines Zwischenthal zwischen den Gewölben von Convert.

In diesem, wie in den drei folgenden Durchschnitten, sind die Stockwerke der Schichten in derselben Weise bezeichnet: 1 Quaternäre Bildungen (Gletscherschutt etc.). 2 Mollasse. 3 Bohnerz. 3 *a* Valangien. 4 Ober-Jura und zwar 4 *a* Virgulien. 4 *b* Ptérocérien. 4 *c* Astartien. 5 Oxfordstufe. 6 Unter-Oolith. 7 Lias. 8 Keuper. 9 Muschelkalk. 10 Zerklüfteter Schutt.

Gletscherbildungen zerstreut. Alle durch Einbiegung der Schichten entstandenen Längsthäler sind auf ihrem Grunde durch der älteren Tertiärzeit angehörige Bohnerzbildungen (3) ausgekleidet, über welchen die Mollasse und die Diluvialbildungen abgelagert sind. Auf dem ersten Durchschnitte bildet der Weissenstein ein bis auf den Lias durchrissenes, nach Norden geneigtes Gewölbe, dessen beide Lippen ziemlich gleich sind, während die südliche in der Hasenmatt eine bedeutendere Höhe erreicht. Die Hauensteinkette ist als Gewölbe des oberen Jura geschlossen, die Passwangkette im Raimeux durch eine an der nördlichen Ueberkippung abgeschürfte Combe bis zum Lias geöffnet, die Wysenbergkette geschlossen und im Verschwinden begriffen. In dem zweiten weiter östlich geführten Durchschnitt (Fig. 323) würden wir in St. Verena bei Solothurn einen Theil der Lippe des Weissensteins aus der Molasse auftauchend finden; die Lippe selbst, fast senkrecht aufgerichtet, neigt, wie das ganze in der Röthifluh bis unter den Muschelkalk quer durchrissene Gewölbe etwas nach Süden. Die Hauensteinkette ist im Probstenberg bis auf den Unteroolith gespalten, der Passwang in diesem geschlossen; seine nördliche Lippe durch eine Verwerfung zerrissen, wodurch sich ihr äusserster Theil gesenkt hat. Die Wysenbergkette bietet eine doppelte Unterfaltung dar, zwischen welcher nur wenig vom Oberjura übrig geblieben ist; links geht der Riss auf den Lias, rechts auf den Keuper. Endlich im östlichsten Durchschnitte (Fig. 324) von

Günsberg über Beinwyl ist die auf den Grund gespaltene Weissensteinkette gänzlich nach Süden übergekippt und ihre südliche Lippe unter den jüngeren Schichten verschwunden, Hauenstein und Passwang einander scharf genähert und im Unteroolith geschlossen; der Wysenberg dagegen bis zum Muschelkalk gespalten, nach Norden übergekippt und seine nördliche Lippe theilweise zerstört, theilweise über den Plateaujura hinüber geschoben. Ueber diese Beziehungen des Juragebirges zum Plateaujura selbst herrscht noch Zwiespalt der Meinungen, indem die Einen, besonders Alb. Müller in Basel, mehrfache Ueberschiebungen annehmen, während die meisten schweizerischen Geologen vielfach gefaltete Gewölbe zu sehen glauben, die sich übergekippt haben und zum Theil zerstört sind.

§. 581. **Gliederung der Schichten.** An der Basis der jurassischen Schichten finden sich an einzelnen Orten, wie bei Schaffhausen und im Aargau, Liassandsteine mit *Cardinia concinna*; an den meisten anderen Localitäten aber findet man den bräunlichen oder graublauen Liaskalk mit ungemein viel eingebackenen Gryphiten, der fast sämmtliche Thäler von Baselland auskleidet, und ausserdem noch die Lippen der Thäler von Waldenburg und Bärschwyl, der Röthifluhe bei Solothurn und des Aufbruchthales von Salins bildet. Auch in der Umgegend von Besançon und Sous-le-Saulnier tritt der Liaskalk, zuweilen durch dünne Schiefermergel ersetzt, an den Tag. Er ist fast überall von den

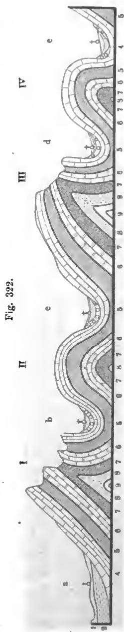


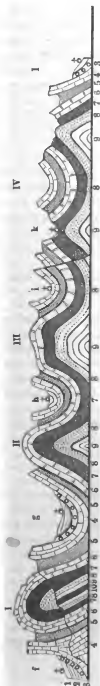
Fig. 322.

Durchschnitt von Lommiswyl nach Courchapoix.

a Lommiswyl. *b* Gänsbrunnen. *c* Corcelles, *d* Vermes. *e* Courchapoix.

In diesen wie in den beiden folgenden Durchschnitten bedeuten die arabischen Ziffern dieselben Stockwerke, wie in der vorigen Figur, und die römischen I Weissensteinkette. II Hauensteinkette. III Passwangkette. IV Wysenberg oder Mont-terrible-Kette.

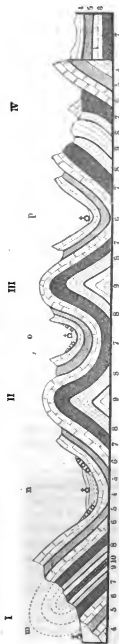
Fig. 323.



Durchschnitt von Rüttenen bei Solothurn nach Büsserach.

f Rüttenen. *g* Welschenrohr. *h* Seehof. *i* Schelten. *k* Böss. *l* Büsserach.

Fig. 324.



Durchschnitt von Günsberg über Beinwyl.

m Günsberg. *n* Herbetswyl. *o* Glashütte. *p* Beinwyl.

mittleren Lias- oder Belemnitenmergeln überlagert, bituminöse dunkelgraue oder blauschwarze, oft schieferige Mergel, welche mit rauchgrauen compacten Mergelkalksteinen wechsellagern, die besonders nach oben zunehmen. *Gryphaea cymbium; Terebratula numismalis,* zahlreiche Belemniten, *Ammonites margaritatus* und *Plicatula spinosa* charakterisiren diese Schichten. Der obere Lias besteht in seiner Basis aus bituminösem schwarzen Posidonien-Schiefer mit linsenförmigen Kalkknollen und *Posidonomya Bronnii.* Darüber liegen bläuliche Mergel mit Schwefelkiesen, die auch in den Elsass hinein bei Gundershofen vorzugsweise entwickelt sind und *Trigonia navis* als auszeichnende Muschel enthalten, und endlich auf der Höhe mürbe kalkige Sandsteine mit Pflanzenresten und Zwischenlagern von rothgrauen Mergeln, welche den *Ammonites opalinus* als ausgezeichnete Leitmuschel enthalten. Diese Opalinusthone, die sich in der Schweiz vom oberen Lias nicht trennen lassen, bilden anderwärts die Basis des braunen Jura. Der Lias ist meist mit reicher Vegetation bedeckt und bildet Halden in die Tiefe der Thäler hinab.

§. 582. **Brauner Jura.** Die Felsbildung beginnt erst mit dem Eisenoolith, dünnen Bänken braunrother Spathkalksteine, die mit eisenschüssigen Sandmergeln wechseln, oft Nester von Eisenkörnern enthalten und mit dem oberen Liassandsteine häufig so verwachsen sind, dass eine Trennung kaum möglich ist. Der Eisenoolith hat *Ammonites Murchisonae* als Leitmuschel und im Mittel 8 Meter Mächtigkeit; auf ihm lagern dünnschichtige blaufleckige Kalke, nach dem *Am. Humphresianus* benannt (*Calcaire laidonien; Oolite subcompacte;* Lonskalk) und darüber der Hauptrogenstein, bräunlich oder gelblich grauer, oft blaugefleckter dichter Kalkstein mit unebenem rauhen Bruche, zuweilen fein oolithisch, zuweilen ganz aus spathigen Theilen zusammengebacken, die Schichten gewöhnlich dick, seltener plattenförmig, in den oberen Lagern viele Korallen und Kieselknollen, die Versteinerungen meist zertrümmert und mit dem Gesteine verwachsen, so dass sie nur schwer bestimmbar sind. Die Formation dieses Ooliths, den man auch Polypenkalk genannt hat, ist auf nur wenige Gegenden in Baselland, sowie bei Salins und Besançon beschränkt. Einen ausgezeichneten Horizont bilden über dem Oolith die Vesoulmergel (*Marnes vésuliennes*, Discoideenmergel, *Marnes à Ostrea acuminata, Marne à foulon*), graugelbe, bläuliche oder röthliche Mergel mit haselnussgrossen Kalkknollen und Einlagerungen oolithischer Kalksteine; *Holectypus depressus*; *Ostrea acuminata*; *Terebratula concinna* sind die ausgezeichnetsten Leitmuscheln dieser Mergel. Ueber ihnen lagert der obere Oolith oder die Macrocephalusschichten (*Calcaire roux sableux*, *Grande oolite*), hellgraue, weisse oder röthliche, oolithische Kalksteine mit hirsekorngrossen Oolithen und schlecht erhaltenen Ver-

steinerungen, die zuweilen in unreine, sandige oder mergelige Kalksteine übergehen und von graublauen feinen Kalken hier nnd da überlagert werden, die man besonders dem *Forest marble* verglichen hat. Als oberste Schicht endlich zeigt sich der Cornbrash (Perlmutterkalk, *Dalle nacrée*), dünngeschichteter, blassgelber, in schieferige Platten springender Kalkstein, aus einer Menge glänzender Blättchen bestehend, die von Spathkrystallen, Muschelresten und Oolithenkörnchen herrühren, stellenweise verkieselt sind, zelligen Quarzfels enthalten und vorzugsweise zu Mauerplatten, ja selbst zu groben Dachschiefern benutzt werden. Die zahlreichen Versteinerungen dieses ziemlich beständigen Horizontes sind meist zertrümmert.

Weisser Jura. Alle bisher angeführten Schichten werden häufig §. 583. im Ganzen als unterer Oolith zusammengefasst, was auch darin begründet ist, dass diese Gesteine für sich eine bestimmte Stufe in der Thalbildnng herstellen; andere und namentlich neuere Geologen setzen aber die Gränze des nnteren Ooliths erst höher über den Oxfordthon. Wie dem auch sei, es folgt eine Gruppe gelblicher oder graubläulicher rauhbrüchiger Mergelkalke von schieferiger Strnctur, die leicht an der Luft zerfallen, viele linsenförmige Eisenkörner enthalten und die besonders bei Salins entwickelt sind. Es entsprechen diese auch als oberer Eisenoolith (*Fer sous-oxfordien*) bezeichneten Mergelkalke dem Callovien oder Kelloway der Engländer. Im schweizerischen Jura findet sich diese Stufe mehr als Einlagerung in die nnteren Oxfordmergel, die nnmittelbar darauf liegen und einen ausgezeichneten Horizont im ganzen Jura herstellen. Es sind dunkelblaue, fette, stark aufbrausende, oft bituminöse Mergel, auch Ornatenthone genannt (von *Ammonites ornatus*), mit verkiesten Petrefacten und Schwefelkiesknollen, leicht an der Luft verwitternd, und nach oben hin in bläuliche Mergelkalke und schieferige Sandsteine übergehend, in denen die Versteinerungen ihre Kalkschalen behalten haben. Von diesem Niveau an entwickelt sich nun hauptsächlich die oben berührte grosse Verschiedenheit zwischen dem östlichen und westlichen Theil des schweizerischen Jura. Bei Solothurn findet sich folgende Schichtenreihe. Auf den Ornatenthonen blaugraue Kalkbänke mit *Terebratula lacunosa* (Scyphienkalke), darüber Kalkschiefer und Mergel im Wechsel mit faustdicken Mergelkalken, die nur wenig Petrefacten enthalten (*Amm. biplex*) und zu hydraulischen Kalken verwendet werden. Darüber liegt das *Terrain à chailles*, mergelige Kalkbänke von blauer oder Ockerfarbe, die eine Menge rundlicher, kugelförmiger oft kopfgrosser Kieselconcretionen enthalten, welche beim Verwittern aus den Mergelkalken hervorstehen und so einen ausgezeichneten Horizont bilden. Die Versteinerungen sind äusserst zahlreich und in den oberen Lagern meistens verkieselt. Man kann nach ihnen zwei Zonen unterscheiden: Unteres *Terrain à*

chailles mit *Ostrea gregarea*, mehr blaue Mergelkalke; — Oberes, mehr dünnschichtige, gelbröthliche Kalkbänke mit *Cidaris florigemma*. Ueber diesen Schichten finden sich weisse, kreidige Oolithe mit Diceras, die leicht verwittern und Höhlen bilden und wohl dem Korallenkalke zuzuzählen sind, und darüber die Schildkrötenschichten von St. Verena, welche der Pterocerenstufe angehören, und endlich bei Lommiswyl Schichten mit *Exogyra virgula*. Im Neuenburger Jura sind die Oxfordthone nur wenige Fuss mächtig und mit dem Callovien verschmolzen nach unten, dagegen liegen darüber mächtige Kalkmergelschichten, welche stets eine üppige Vegetation zeigen, oben knollige Kalkbänke und Scyphien enthalten, unten dagegen schieferige Mergelkalke, die zu hydraulischem Kalk dienen. Zu unterst liegt ganz allgemein und den Horizont bestimmend eine Schicht von splitternden Kalken mit gelben und röthlichen Flecken, mit vielen Schwämmen, *Terebratula lacunosa* und anderen Versteinerungen. — Im östlichen Jura (Aargau) endlich folgen sich die Schichten nach Mösch in folgender Weise: Birmenstorfer Schichten, hellgraue Kalkbänke mit *Ammon. biplex* und *Terebr. lacunosa*; darüber blaugraue Thonkalke mit verwitterten Kieselknollen, zu Cement verarbeitet, Impressathone oder Effingerschichten mit. *Ter. impressa*. Dann kommt ein harter gelblicher Baukalk, Geissberger Schichten, mit vielen Pholadomyen und darüber, dem *Terrain à chailles* entsprechend, buntfarbige, oolithische, wenig mächtige Kalke mit Schwämmen, Muscheln und *Hemicidaris crenularis*, daher Crenularisschichten. Weisse, kreidige Kalke, Knollenkalke, feinkörnige Kalkschiefer (Letzischichten), die lithographische Steine bieten, scheinen nur locale Abänderungen dieser Gruppe. Hierauf folgen die Badener Schichten, graue ruppige Kalke mit Einlagerungen von bunten Thonen, deren Verwitterung dem Gestein ein zerfressenes Ansehen giebt und vielen Versteinerungen, die dem Korallenkalke zu entsprechen scheinen. Endlich die Cidaritenschichten, graue oder weisse Sandkalke, die Cidariten mit ungemein langen Stacheln enthalten.

§. 584. **Der obere Jura** bildet an vielen Orten nur eine einzige zusammenhängende Masse, in welcher einzelne Unterabtheilungen nicht gefunden werden können, während an anderen Orten schärfere Gränzlinien existiren. Nach genaueren Untersuchungen unterscheidet man jetzt wesentlich folgende Stufen. Zuerst die sogenannte Astartenstufe (*Corallien supérieur*, *Portlandien inférieur*, *Groupe séquanien*, *Sous-groupe astartien*), an der Basis aus bläulich grauen, weisslichen, sandigen Mergeln bestehend, zwischen denen feine Kalk- und Sandschiefer eingelagert sind und die viele Fossilien enthalten, worunter besonders die *Astarte gregaria*. Nach oben gehen die Mergel in den Astartenkalk über, feine dichte Kalke mit muscheligem Bruche und zuweilen mit weisslichen Kieselnieren. Hierauf folgt die zweite oder Pteroceren-

stufe (*Groupe Kimmeridgien*), an der Basis aus hellbraunen sandigen Kalkbänken bestehend, die bald in sandige, erdige, gelbliche oder grünliche Mergel übergehen, welche mit mergeligen Kalkschichten wechsellagern, die besonders bei Pruntrut einen ausgezeichneten Horizont bilden. Nach oben liegen compacte Kalke mit zahlreichen Spathnestern, die meist eine röthliche Farbe, muscheligen Bruch und schieferige Structur zeigen. *Pterocerus oceani*, *Astarte subclathrata* sind Hauptleitmuscheln dieser Schichten, die sehr verbreitet sind und bei Solothurn viele Versteinerungen von Schildkröten enthalten. Die oberste Stufe endlich hat man als die Virgulastufe bezeichnet. An ihrer Basis liegen dünne, bald bräunliche und dichte, bald weisse, dem Korallenkalk ähnliche Kalksteine, die aber bald durch dünne graue Mergel ersetzt werden, in welchen die *Exogyra virgula* oft ganze Bänke bildet. Ueber diesen Exogyrenmergeln liegen dann besonders in dem südlichen Jura mächtige Bänke eines bald dichten erdigen, bald spathigen, breccienartigen oder oolithischen Kalkes, der oft zahllose Nerineen enthält, und je weiter man nach Süden kommt, desto mehr mit den übrigen Stufen des oberen Jura in eine einzige gewaltige Kalkmasse zusammenschmilzt, welche bis zu den Oxfordmergeln hinab keine deutlichen Abscheidungen gewähren lässt.

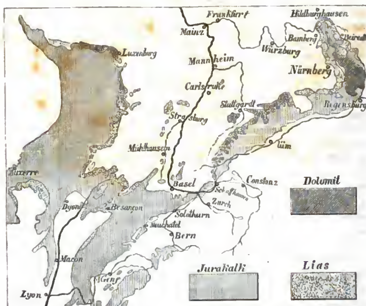
Wäldergebirge. Ueber den letzten Juralagen findet sich in den §. 585. meisten südwestlichen Thälern (St. Imier, Locle, Val de Travers, Ste. Croix) eine nur dünne Gruppe von Süsswasserschichten, welche Jaccard besonders genau verfolgt und Desor mit dem Namen *Terrain Dubisien* (vom Flusse Doubs) belegt hat. Es ist ein blaugrauer oder schwärzlicher Mergel, der nur sehr wenige Versteinerungen enthält und zu thonigem Brei verwittert. Nach oben scheidet sich eine härtere Schicht aus, schwärzlich grauer Mergel, der mit kleinen braunen Fischschuppen förmlich gespickt erscheint, während eine andere tiefere Schicht zuweilen fast nur aus Sporenkörnern einer Chara (*Chara Jaccardi*) besteht. Ausserdem kommen darin *Corbula aluta*; *Physa Bristovi*; *Turritella minuta*; *Gervillia arenaria*; *Modiola lithodomus*; *Neritina Wealdensis* vor, so dass hier eine Mischung von Süsswasser- und Brackwasser-Versteinerungen aus dem Purbeck und dem Hastingssande vorliegt, weshalb auch die Einen die Schichtengruppe dem Purbeck, die Anderen dem eigentlichen Wealdien parallelisiren, während sie in Wahrheit dem gesammten Wäldergebirge zu entsprechen scheint.

Jura im südlichen Deutschland.

Ausdehnung. Lagerung. Der Jura im Süden von Deutschland §. 586. bildet einen weiten Bogen, der besonders in der Gegend von Regensburg sich stark krümmt, indem sein südlicher Schenkel von Schaffhau-

sen aus von Südost nach Nordwest, der nördliche dagegen fast von Süd nach Nord mit etwas Abweichung gegen Westen hinstreicht. Der

Fig. 325.



Ausbreitung der jurassischen Gebilde im südlichen Deutschland, der Schweiz und dem nordwestlichen Frankreich.

südliche Schenkel ist wesentlich unter dem Namen der rauhen Alb, der nördliche unter demjenigen der fränkischen Schweiz bekannt. In dem ganzen Umkreise dieses Bogens zeigen die Schichten eine successive Anflagerung von West nach Ost, so dass man die tieferen Lager in dem Hügellande nach dem Schwarzwalde zu, die höheren auf dem änsseren Umkreise des Bogens suchen muss, wo sie überall unter die Mollasseschichten der schwäbisch-baierischen Hochebene einschiessen. Der Lauf der Donau von Sigmaringen bis Regensburg und das Thal der Vils und unteren Nab bezeichnen etwa die Einschnittsgränze zwischen dem Abhange der Juraschichten und den anflagernden jüngeren Gebirgsbildnngen; und es geht aus dieser Lagerung deutlich hervor, dass überall die Schichten auf den Triasbildungen, welche die Vogesen, den Odenwald und Thüringerwald umgeben, in unmittelbarer Folge auflagern.

In der ganzen bezeichneten Erstreckung zeigt sich in den verschiedenen Schichtenlagern eine mehr oder minder durchgreifende Ver-

schiedenheit der Farbe, der Zusammensetzung und der orographischen Verhältnisse, wonach man drei Hauptgruppen unterschieden hat, den schwarzen Jura, der den Lias in seiner Gesammtheit begreift und der wesentlich aus Thonen und Mergeln besteht, den braunen Jura, hauptsächlich dem unteren Oolith entsprechend und vorzugsweise aus Sandstein bestehend, und den weissen Jura, in dem die Kalksteine eine bedeutende Mächtigkeit zeigen. Der schwarze Jura bildet ein flaches Hügelland, das wie ein Teppich am Fusse des Gebirges sich ausbreitet, überall durch seinen Wasserreichthum ein fruchtbares Gelände mit sanften Formen darstellt, und gewöhnlich von den Flussthälern so tief eingeschnitten wird, dass die Keuperschichten an seiner Basis hervortreten. Stühlingen, Speichingen, Balingen, Hechingen, Reutlingen, Stuttgart, Nürtingen, Göppingen, Gmünd, Ellwangen, Nördlingen, Ettlingen, Nürnberg, Bamberg, Lichtenfels, Baireuth liegen in oder an der Zone des schwarzen Jura, der sich von Bamberg über Lichtenfels, Koburg und Baireuth bis gegen Kreuss hin, wie ein Haken um die Nordspitze des Gebirges, zwischen dieses und das Fichtelgebirge hineinschlingt. Der braune Jura, dessen Zone weit schmäler ist, tritt hauptsächlich nur als mehr oder minder steiler Abhang an dem Fusse des Gebirges hervor, überall von tiefen Wässerungen und Bachbetten durchfurcht. Die Alb selbst steigt mit gewaltigen schroffen Abstürzen, die alle nach Nordwesten gekehrt sind, unmittelbar über diesen Abhängen aus der Tiefe herauf und bietet dann auf ihrer Höhe ein unfruchtbares, wasserarmes Hochplateau, das allmälig nach Südosten hin sich absenkt. In dem ganzen Bereiche der rauhen Alb kann man kaum einen tieferen Thalriss finden und diese sind auch in dem fränkischen Jura seltener, obgleich an der Nordspitze des Gebirges in der fränkischen Schweiz, zwischen Bamberg und Baireuth, allerdings tiefere Thalrisse und deshalb eine grössere Mannigfaltigkeit der Oberflächenbildung sich zeigt. Das ganze Hochplateau zeichnet sich auf jeder Karte durch den Mangel an grösseren Orten, ja selbst an Städtchen und Dörfern aus.

Die einzelnen Schichten sind, besonders in dem schwäbischen Jura, theils nach Leitmuscheln, theils auch mit griechischen Lettern bezeichnet worden, eine Bezeichnung, die jedenfalls eine ungeeignete sein dürfte, da die Leitmuscheln bei localer Verbreitung vielfach wechseln und die griechischen Buchstaben, da man sie mit jeder Abtheilung des schwarzen, braunen oder weissen Jura von Neuem beginnt, in dem Augenblicke unbrauchbar werden, wo man die Gränzen dieser Formationen in Uebereinstimmung mit anderen Ländern anch anders legt. Die Untersuchungen Oppel's haben auch diese Unbrauchbarkeit einer starren, keine Aenderung zulassenden Eintheilung bestätigt. Oppel hat viele Zonen unterschieden, welche nach einem Leitfossil benannt sind und die wir im Folgenden anführen werden. So gut diese Ein-

theilung an sich für einen beschränkten Raum sein mag, so wenig lässt sie sich für grössere Strecken festhalten, da es bei der Verschiedenheit der Faunen, die im Jura wie überall sich kundgiebt, sehr häufig vorkommt, dass ein Leitfossil einer Zone an einem Orte, an anderen gar nicht sich findet. So ist z. B. *Trigonia navis* ausgezeichnet an einigen Orten in Schwaben und dem Elsass — in der Schweiz dagegen kaum gefunden worden. Was wird nun aus einer Zone der *Trigonia navis* an Orten, wo die Muschel fehlt, die Schicht aber vorhanden ist?

§. 587. **Schwarzer Jura.** Der schwarze Jura beginnt mit dem Concinnensandsteine (α), dunkle Kalkbänke und Thone mit Duttenmergeln, welche bei der Verwitterung einen gelben lockeren Sandstein (Malmstein) bilden, in denen *Cardinia concinna* und *Ammonites psilonotus* besondere Leitmuscheln sind. Die nur an sehr wenigen Orten vorkommenden Kalke hat Oppel Zone des *Amm. planorbis*, den Concinnensandstein Zone des *Amm. angulatus* genannt. Hierauf folgen die gewöhnlichen Gryphitenkalke (Arietenkalke), Zone des *Amm. Bucklandi*, meist hart, dicht, von graublauer Farbe, mit einer Mergelbank an der oberen Gränze, der Pentakrinenbank, die von Stielgliedern des *Pentacrinus tuberculatus*, wonach die Zone benannt ist, und *basaltiformis* überfüllt ist. Ueber diesen folgen die Turnerithone (β), in drei Zonen, des *Amm. obtusus*, *oxynotus* und *raricostatus*, dunkle Kalke (Betakalke) oder bituminöse Schiefer, die bei der Verwitterung in eckige Bruchstücke thonigen Schieferlettens zerfallen, braungelb werden, viel Schwefelkies und verkieste Versteinerungen enthalten, unter welchen *Ammonites Turneri* die leitende Muschel ist. Der mittlere schwarze Jura besteht aus zwei Mergel- und Thonlagern, an der Basis die Numismalisthone (γ), Zone der *Amm. Jamesoni*, *ibex* und *Davoei*, mit *Terebratula numismalis*, grauscheckige Steinmergel, rostige Thonmergel, die sich leicht schiefern und in lichte, pflasterartig zerberstende Kalksteine hier und da übergehen, in welchen verkalkte Versteinerungen mit rostigen Schalen stecken. Ihnen folgen dunkelschwarze, fette Thonletten mit Knollen von Thoneisenstein, vielen verkiesten *Pentacrinen*, *Belemniten* und *Amm. amaltheus*, die Amaltheenthone (δ), Zone des *Amm. margaritatus* und *spinatus*. Der obere schwarze Jura beginnt mit den Posidonienschiefern (ε), bituminösen, schwarzgrauen, starkbrausenden elastischen Schiefern, die oft ihres grossen Gehaltes an Bergöl wegen als Brandschiefer benutzt werden, mit Lagern von Steinkalken wechseln und verkieste Versteinerungen enthalten, unter denen besonders die Reptilienreste bei Boll und *Posidonia Bronnii* sich auszeichnen. Lichtgraue Kalkmergel mit vielen *Belemniten* und *Amm. jurensis*, die Jurensismergel (ζ), bilden nach den meisten deutschen Geologen die obere Gränze des oberen schwarzen Jura.

Brauner Jura. Auf diesem lagern die Opalinusthone (*α*), die Zonen des *Amm. torulosus* und der *Trigonia navis* enthaltend, schwarzscheckige Kalkmergel mit braunen Thoneisensteinknollen, in welchen die Versteinerungen eine vortreffliche Erhaltung der meist blendend weissen, perlmutterartig glänzenden Schale zeigen. *Amm. torulosus* in den unteren, *Amm. opalinus* und *Trigonia navis* in den oberen Schichten sind die wesentlichsten Leitmuscheln dieses Stockwerkes. Ihnen folgt der Eisenoolith (*β*), Zone des *Amm. Murchisonae*, quarzreiche, weiche, gelbbraune Sandsteine und Sandmergel mit vielem Eisen, das oft pulverförmige Schichten zwischen den Sandsteinen bildet, die nach oben in schwarze mit dünnen Kalkbänken wechselnde Letten übergehen. Alle diese Schichten enthalten den *Pecten personatus* als Hauptleitmuschel. §. 588.

Der mittlere braune Jura beginnt mit harten, blauen, zu Bausteinen und Strassenmaterial ausgebenteten Kalken (*γ*) mit *Pecten demissus* und *Amm. Sowerbyi*, Zone des *Amm. Humphresianus*, die nach oben in dunkle Mergel mit *Belemnites giganteus* (*δ*) und thonige und mergelige Kalke (Ostreenkalke) übergehen, mit Mergeln, Mergelthonen und Letten abwechselnd, die hier und da Eisenkörner und den *Amm. bifurcatus* enthalten und selbst förmlichen Eisenoolith bilden.

Der obere braune Jura beginnt mit den Parkinsonithonen (*ε*), dünngeschichteten, schieferigen Letten, welche zu schwarzen, schwefelkiesreichen, fetten Thonen verwittern, verkieste Petrefacten enthalten, unter welchen besonders *Amm. Parkinsoni* und *macrocephalus*, wonach die Zone benannt, und die nach oben in harte, rothbraune, eisenhaltige Oolithe übergehen, welche vielfach zur Eisengewinnung ausgebeutet werden und in drei Zonen zerlegt wurden, Zone der *Terebratula digona* und *Terebratula lagenalis* und Zone des *Amm. macrocephalus*.

Als letztes Glied des oberen braunen Jura folgen die Ornatenthone (*ζ*), Zone des *Amm. anceps* und *Amm. athleta*, bituminöse Thone mit verkiesten Petrefacten, unter denen besonders kleine Krebse und *Amm. ornatus*. Nach oben schliesst diese Stufe mit in ähnlicher Weise wie in der vorigen gebildeten, nur an einzelnen Orten entwickelten Eisenoolithen ab. Während Quenstedt dieses ganze Stockwerk als braunen Jura ungetheilt auffasst, theilt Oppel es in drei Gruppen, den Unter-Oolith, welcher mit den Opalinusthonen beginnt und mit der Zone des *Amm. Parkinsoni* (in *ε*) schliesst, die Bath-Gruppe, welche die Terebratelzonen umfasst und auch Zone des *Amm. aspidioides* genannt wurde und endlich die Kelloway-Gruppe, welche die Zone des *Amm. macrocephalus* und die Ornaten-Thone einbegreift.

§. 589. **Weisser Jura oder Malm.** Den weissen Jura, der durch steiles Ansteigen schroffer Felswände über den sanfteren Gehängen des braunen Jura sich sogleich kenntlich macht, hat man ebenfalls in drei Gruppen zerlegt. Die untere Gruppe wird aus dünnen, weissen oder aschgrauen Kalkbänken, graufarbigen Kalkmergeln und Thonkalken gebildet, den Impressathonen (α), welche in eckige Kalkstücke zertrümmern und die *Terebratula impressa* als Leitmuschel zeigen. Hierauf folgen mächtige, wohlgeschichtete Kalkbänke (β), lichtgrau, von homogenem Korn, mattmuscheligem Bruche, die leicht in kleine Stücke zerspringen und hauptsächlich die steilen Stirnränder der Alb bilden.

Der mittlere weisse Jura besteht unten vorherrschend aus ungleichen Oolithen, den Spongiten- oder Scyphienkalken (γ), mächtigen Lagern, die in eckige Bruchstücke zerfallen, unten mehr mergelig sind, nach oben aber zahllose Mengen von Korallen und Schwämmen enthalten, die ganze Haufenlager auf den Hochplateaus der Alb bilden, indem sie durch Verwitterung aus der Masse sich loslösen. *Terebratula lacunosa* ist hier Leitmuschel. Darüber liegen geschichtete Felsen (δ) mit eingelagerten Bohnerzen, von den überliegenden Schichten an einzelnen Orten durch Kieselbildung getrennt.

Der obere weisse Jura besteht aus zwei Gesteinsfolgen mächtiger Kalkbänke, den plumpen Felsenkalken (ε), die fast keine wirkliche Schichtung mehr zeigen; die Kalke sind körnig, kieselhaltig, lichtfarben oder selbst zuckerkörnig und gehen häufig in grauen Dolomit über und zerfallen in runde, knollige Blöcke.

Nach oben gehen diese plumpen Kalke in dünner geschichtete Kalke über, die, wie z. B. bei Nattheim, wesentlich aus Korallen gebildet sind, zwischen denen der Kalk kreideähnlich oder auch dolomitisch wird. Nur hier und da finden sich in diesen Lagern einzelne Muschelbänke, wo der Kalk ein feineres Korn erhält. Endlich liegen an einzelnen Stellen, wie bei Nusplingen, dünne Kalkplattenschiefer, Thone und dickere Kalke, welche häufig Scheeren von *Pagurus suprajurensis* enthalten und deshalb Krebsscheerenplatten (ζ) genannt wurden. Sie entsprechen durchaus durch ihre Versteinerungen den lithographischen Schiefern des fränkischen Jura. Die Verschiedenheit der Eintheilung des weissen Jura oder Malm ist zwischen Oppel und Quenstedt noch grösser als bei den vorigen Abtheilungen. Oppel und nach ihm Waagen nehmen zwei grössere Gruppen an: die Oxford-Gruppe und darüber die Kimmeridge-Gruppe. Die erstere umfasst in ihrer untersten Zone, des *Amm. biarmatus*, noch die obersten Schichten der Ornatenthone (brauner Jura ζ), während die darüber liegenden Impressa-Thone (Weisser Jura α) die Zone des *Amm. transversarius* genannt werden. Darüber folgt die Zone des *Amm. bimammatus* und *Cidaris florigemma* (letzterer Name ist der angenommenste), welche den weissen Jura β und γ theilweise umfasst, indem zwei Facies

unterschieden werden, eine Cephalopoden-Facies, die mehr dem β, eine Scyphien-Facies, die mehr dem γ entspricht. Gleiche Facies, theilweise dem γ, theilweise dem δ entsprechend, finden sich in der Zone des *Amm. tenuilobatus*, womit die Oxford-Gruppe abgeschlossen wird. Die Kimmeridge-Gruppe wird in Schwaben und Franken in drei Zonen getheilt, wovon die unterste, Zone des *Amm. steraspis* und *Diceras arietinum*, die sämmtlichen Stufen vom halben δ bis zu den Krebsscheerenplatten inbegriffen umfasst, die zweite, Zone der *Astarte supracorallina*, nur bei Einsingen entwickelt, dem Astartien des schweizerischen Jura entspricht und die dritte, Zone der *Pterocera Oceani*, nur bei Ulm und Kelheim vorkommt. Eine vierte oberste Zone, die im ganzen östlichen Jura fehlt und erst im Nenenburgischen in den sogenannten *Jaluzes* repräsentirt scheint, die Zone der *Trigonia gibbosa*, schliesst die Kimmeridge-Gruppe nach Oben ab.

Der fränkische Jura, den die Eisenbahn zwischen Donauwörth und Nördlingen von der Alb trennt, und der sich hakenförmig gebogen über Regensburg und Baireuth bis nach Lichtenfels hin erstreckt, ist im Ganzen durchaus so wie der schwäbische Jura gegliedert, zeigt aber doch einige Eigenthümlichkeiten. In der Einbiegung des Jurabogens nämlich, die dem Laufe der Altmühl von Pappenheim bis Kehlheim entspricht, findet sich namentlich in der Umgegend des letzteren Ortes sowie bei Solenhofen eine eigenthümliche Einlagerung schieferiger Kalksteine von äusserst feinem Korn, compacter Structur, ohne Spaththeile und Adern, welche jetzt fast ausschliessend die guten lithographischen Steine für die ganze Welt liefern nnd eine Menge von Versteinerungen enthalten, die äusserst wohl erhalten sind. Wie es scheint, setzen sich diese Schiefer in einer beschränkten äusserst rnhigen Bucht ab, wo der feine Kalkschlamm die Versteinerungen auf das Genaueste umhüllte. §. 590.

In dem nördlichen fränkischen Jura und namentlich in der sogenannten fränkischen Schweiz sind die plumpen Felsenkalke oder Korallenkalke in Dolomit nmgesetzt, der auf die mannigfaltigste Art zersprengt, zerklüftet und verwittert ist und dadurch sowie durch die Auswaschung der Gewässer äusserst pittoreske Felsenformen nnd viele Höhlen erzeugt hat, unter welchen diejenigen von Muggendorf, Gailenreuth nnd Streitberg die bekanntesten sind.

Jura in den Alpen.

Ein breites Band jurassischer Gebilde schlingt sich von den Südalpen in der Nähe des ligurischen Golfes her in Hakengestalt um den Ost- und Nordrand der Alpen herum und lässt sich bis in die Nähe von Wien, wenn auch hier nnd da mit Unterbrechungen, verfolgen. In gleicher Weise ist der südliche Rand der Alpen von einer solchen Ne- §. 591.

henzone jurassischer Gesteine umgeben, welche indess erst an dem Langen-See beginnt, um von da aus bis nach Kärnthen und Krain und an die Gränze von Ungarn hin sich zu erstrecken. An vielen Orten gleichen somit die Alpen gewissermaassen einem ungeheuren jurassischen Gewölbe, welches in der Mitte zerbrochen ist, um die krystallinischen Gebilde der Mittelzone nach Aussen vortreten zu lassen. In dem ganzen Bereiche dieser Erstreckung zeigen sich indess die jurassischen Gebilde in vielfacher Beziehung modificirt und verändert, so dass bei dem oft grossen Mangel der Versteinerungen das genauere Studium derselben ausserordentlich erschwert ist. Die Schichten sind in der mannigfaltigsten Weise über und durch einander geworfen; häufig im Zickzack gebogen oder noch mehr verunstaltet; die mergeligen Lager, welche man sonst unterscheidet, in Schiefer und feste Gesteine umgewandelt und die kalkigen Massen dergestalt entwickelt, dass die verschiedenen Abtheilungen fast ohne Unterschied in der Gesteinsbeschaffenheit in einander übergehen. Am deutlichsten treten noch in den Alpen einerseits der Lias, andererseits der höhere Korallenkalk hervor, und namentlich lässt sich der erstere häufig durch seine schwarze Farbe und schieferige Beschaffenheit sowie durch die Belemniten unterscheiden, welche in dem Gesteine eingebacken sind. Noch grössere Schwierigkeiten gehen aus den oft ausserordentlich verwirrten Lagerungsverhältnissen hervor, deren Störungen nicht bloss von dem Nebendrucke der Alpenhebung, sondern vielleicht auch von noch früheren Spaltungen und Verwerfungen herrühren. Nicht nur sind die einzelnen Juraschichten häufig so ineinander gekeilt, dass man mehrmals derselben Schicht in Uebereinanderlagerung begegnet, sondern es finden auch Verschmelzungen mit älteren Gebilden, wie z. B. mit den Anthracitlagern, und die sonderbarsten Umkehrungen in Beziehung auf neuere Schichtungen statt, so dass z. B. in den Glarneralpen die älteren Tertiärbildungen unter den doch weit früher abgelagerten Juraschichten zu liegen scheinen. Diese Umkehrungen der Lagerung sowie überhaupt die tief eingreifendsten Störungen sind namentlich an dem Nordrande des jurassischen Alpengürtels in der Weise ausgebildet, dass die Schichten statt nach den Alpen zu sich zu erheben, vielmehr unter dieselben einzusinken scheinen und ihre steilen abgerissenen Schichtenköpfe der ebenen Schweiz zuwenden, als ob in dieser das Centrum der hebenden Kraft zu suchen sei.

§. 592. **Zwischen Genf und Lyon.** Der Uebergang der eigentlichen jurassischen Gebilde zu dem alpinischen Jura findet sich namentlich östlich von dem Laufe der Rhone von Genf bis gegen Lyon hin. Der Salève bei Genf, so wie die Gebirge in der Nähe des Lac de Bourget zeigen noch ganz jene eigenthümliche Form der jurassischen Halbdome, die auf einer Seite zerrissen, dort steile Mauren zeigen, während die

Abhänge der anderen Seite durch die abfallenden Schichten selbst gebildet sind und allmälig unter die höheren Kreidelager einschiessen. Besonders bemerkenswerth ist auch überall in diesen verbindenden Juramassen die Bedeckung mit Kreideschichten, welche gewöhnlich als harte Kalksteine auftreten und wie beim Salève die Decke des Gebirges bilden, so dass auf den Karten die jurassischen Ablagerungen meist nur in schmalen Streifen am Grunde der Abstürze hervortreten. Diese Kreidebedeckung nimmt an einzelnen Orten, wie in Savoyen, so zu, dass grosse Kreidegebirge sich zwischen die jurassischen Ketten einschieben und diese sich in mehre Parallelketten zerlegen. Ein Gleiches findet mit den, den Tertiärgebilden angehörenden Nummulitenschichten und Flyschen statt, welche namentlich in den schweizerischen Alpen zwischen Genfer- und Vierwaldstädtersee vielfache Zwischenketten dieser Art bilden.

Von Chambéry bis an den Rhein. Auf der trefflichen geologischen Karte der Schweiz von A. Escher von der Linth und B. Studer kann man von Chambéry aus in nordöstlicher Richtung einem fast ununterbrochenen Streifen jurassischer Gesteine folgen, der den Nordrand des Isèrethales zwischen Montmélian und Conflans, dann den Südabhang der Aravis bis Salleuches und von dort bis an die Rhone, die Kette des Buet und der Dent du Midi bildet. Das Nordufer des Wallis wird bis gegen Brieg hin nur von diesen jurassischen Gesteinen gebildet, welche von dem Moenveran an alle Hochgipfel der östlichen Berneralpen (Wild-Strubel, Blümlis-Alp, Gemmi) zusammensetzen, am Fusse der Jungfrau, des Schreck- und Wetterhorns sich hinziehen und mit dem Lauterbrunnenthal, das ganz in sie eingeschnitten ist, den Brienzersee erreichen, wo sie die Basis der Faulhornkette bilden. Die Ketten des Titlis und des Uri-Rothstockes, die den Raum zwischen dem unteren Haslithale und dem Reusthale erfüllen, sind ebenfalls von diesen jurassischen Gesteinen zusammengesetzt, welche weiter nach Osten hin um den zwischen Linth, Wallensee und Rhein gelegenen triasischen Kern einen Mantel bilden, aus dem Tödi, Glärnisch und Calanda aufsteigen und endlich im Falknis über Mayenfeld auf dem östlichen Rheinufer verschwinden. §. 593.

Zwischen Genfer- und Thunersee. Mit dieser Zone, die überall fast unmittelbar an den krystallinischen Kern anstösst, hängt in dem unteren Wallis von Bex bis zum Genfersee hin eine zweite nördliche Nebenzone zusammen, die vom Môle bei Bonneville an der Arve beginnt, die Gebirgsstöcke der Dent d'Oche auf dem südlichen, der Dent de Jaman, der Tour de Mayen auf dem nordöstlichen Ufer des Genfersees bildet und von Vevay an durch die Freiburger Alpen und die Stockhornkette sich bis an das Ufer des Thunersees verfolgen lässt. Durch Ueberlagerung von Kreidegebilden in Savoyen, von Flyschge- §. 594.

steinen, welche die Niesenkette zusammensetzen im Bernischen, ist diese Zone von der anderen inneren getrennt.

§. 595. **Zusammensetzung. Lias.** In dieser ganzen Zone ziehen sich die Juraschichten in ziemlich gleichmässiger Weise fort. Der Lias besteht im Westen aus dunkelschwarzen oder grauen Kalklagern, oft sehr fest, körnig und in mächtigen Schichten abgelagert, in anderen Fällen wieder mehr schieferig und ganz in schwarze Schiefer übergehend, die, wie schon früher angezeigt, meistens mit den Anthracitschiefern in der engsten Verbindung und häufig selbst in Wechsellagerung stehen. Selten ist es möglich, in diesen schwärzlichen Kalkschiefermassen eine Scheidung zwischen unterem, mittlerem und oberem Lias eintreten zu lassen, die sich gleichwohl durch die Versteinerungen hier und da erkennen lässt. Von besonderer Wichtigkeit sind die Gypsmassen, welche an einigen Stellen den Lias begleiten, und bei Bex besonders salzführend sind. An diesem Orte haben sich Versteinerungen sämmtlicher Liasstockwerke gefunden und zwischen ihnen liegen mächtige Gyps-Anhydritstöcke, die einen festen Salzfels bilden, von welchem ein Cubikfuss etwa 30 Pfund Salz beim Auslaugen liefert. Vielfache Verwerfungen stören die Lagerung. Verfolgt man den Lias von Bex und Meillerie aus durch die Stockhornkette, wo er sich namentlich bei Blumenstein zeigt, so verliert man ihn gänzlich zwischen dem Thunersee und dem Rheine, und trifft ihn erst wieder im Vorarlberg in inniger Beziehung zu den Trias- und Dolomitbildungen. Von hier aus weiter nach Osten ist der Lias fast überall roth oder hellgrau, dicht und thonig mit Knauern von rothem, granem oder schwarzem Hornstein und Petrefacten, so dass er von dem westlichen Lias gänzlich verschieden ist. Ganz mit gleichem Verhalten als sogenannter rother Ammonitenmarmor lässt sich auch der Lias in der südlichen Zone von dem Ufer des Langen Sees an durch Südtyrol verfolgen. Man hat darin drei Zonen unterschieden, die indessen mehr besonderen Facies als Stockwerken entsprechen, indem sich überall darin Mengungen der Versteinerungen aus den sonst geschiedenen Stockwerken erkennen lassen. Zu unterst Adnether-Schichten, dunkelrothe, plattige Ammonitenkalksteine; Hierlatzer-Schichten, blassrothe oder weissliche, dichte Kalke mit denselben Versteinerungen; Algäuer-Schiefer, graue, dünnschichtige mergelig-kalkige Fleckenschiefer, welche mehr dem oberen Lias entsprechen, aber auch Versteinerungen des mittleren enthalten. In Südtyrol entsprechen dem unteren Lias die rothen Kalke von Sondrio, dem mittleren die grauen Kalke der Provinz Brescia mit *Ammonites margaritatus*, dem oberen die rothen Kalke von Entratico bei Bergamo mit *Ammonites bifrons.*

§. 596. **Mittlerer Jura. Oberer Jura.** Die eigentlichen Oolithbildungen sind ebenso ihren Gesteinen nach ausserordentlich schwer zu schei-

den. Ganz im Westen findet man noch auf dem Lias einen eigentlichen Eisenoolith, freilich ohne deutliche Versteinerungen, auf welchen leicht zerstörbarer Mergelschiefer und dichter rauchgrauer Kalkstein folgen, die dem oberen Oxfordmergel zu entsprechen scheinen. Die Kalksteine enthalten besonders Schwammkorallen und auf sie folgt ein mehrfacher Wechsel grauer Mergel und fester Kalksteine, die man als oberen Oxfordkalk bezeichnen kann. Bei Chanaz ist namentlich das Callovien durch seine Petrefacten in ausgezeichneter Weise in einem dunkelgrauen Kalkschiefer vertreten. In den Südalpen mögen dem unteren Oolith die Pflanzenlager von Rotzo und Rovere mit grauen Kalken darüber, worin *Tereb. fimbria* und *hexagonalis* und die Oolithe von Cap S. Virgilio am Garda-See mit *Amm. Murchisonae* und *fallax* entsprechen, den Posidonomyen-Schiefern dagegen Schiefer mit *Posid. alpina*, *Terebrat. curviconcha* etc. In den Nordalpen finden sich am Gonzen und der Stockhornkette der Eisenoolith mit *Amm. Parkinsoni*, die Opalinus-Schichten am Bommerstein bei Mols; die Murchisonae-Schichten mit eigenthümlichen Wedelfarren (Zoophycos) bei Roche und Villeneuve; der Hauptrogenstein auf der Oberbleyi-Alp. Hiermit schliesst man gewöhnlich die untere Stufe der Kalkgebilde ab. Eine mittlere Stufe lässt sich in mächtigen rauchgrauen Kalken erkennen, die namentlich die Kette des Stockhorn zusammensetzen und die man auch Stockhornkalk oder Chatelkalk genannt hat. Diese Bildung ist es namentlich, welche als Hochgebirgskalk Keile zwischen die granitischen Centralkerne der Alpen einschiebt, die an einzelnen Orten, wie z. B. an der Jungfrau, höchst merkwürdige Zwischenlagerungen bilden. An einigen Orten hat man Bänke entdeckt, von denen die einen (Gruppen-Alp) den Birmenstorfer Schichten, die anderen (Wallenstadt) dem Korallenkalke entsprechen. In Baiern und Tyrol finden sich die sogenannten Klaus-Schichten und Vilser-Kalke als Vertreter des Callovien, die im Süden zu fehlen scheinen, darüber der Auer-Kalk mit *Amm. Lamberti*, rother Kalk am Haselberg-Eck mit *Amm. tatricus*, dann, am Barmsteine, Scyphien-Kalke und als letztes Glied (im Ammergau, am Wetzstein) Aptychus-Schichten mit *Apt. lamellosus*, *Tereb. diphyes* etc. als Repräsentanten der Kimmeridge-Gruppe. Der obere Jura besteht ebenso gewöhnlich nur aus einer einzigen mächtigen Kalkmasse, welche besonders als Decke der Stockhornkette sich erkennen lässt und durch ihre Versteinerungen dem Kimmeridgien entspricht. Die Kalke selbst sind vielfach wechselnd, bald schwarzgrau und schieferig, bald mächtig, hellgrau, roth und krystallinisch; und in ihnen finden sich an verschiedenen Localitäten, namentlich bei Darbon in Val d'Abondance, sowie an der Klus bei Boltigen, Schichten dunkelbrauner oder schwärzlicher Mergelschiefer mit Meeresmuscheln, welche bauwürdige Lager ächter Steinkohlen einschliessen, die glänzend schwarz, reich an Bitumen sind, und durch ihre Eigenschaften sich den besten

§. 597. Vergleichung der Juragebilde in verschiede Versteine

	England.		Norddeutschland.	Frankreich.	Südwestlicher Jura.
Wealdenformation.	**Weald-clay.** *Unio. Cyclas. Cyrene. Paludina. Iguanodon. Cypris spinigera, Valdensis.*	Wäldergebirge.	**Wälderthon.** *Macrorhynchus Meyeri. Unio. Cyclas. Cyrene. Paludina. Melania. Cypris. Sphaerodus irregularis, semiglobosus.*		
	Hastings-sandstone. Tilgate-strate. *Hylaeosaurus. Iguanodon. Suchosaurus. Regnosaurus. Tempskya Schimperi. Megalosaurus. Pterodactylus. Unio Valdensis. Corbula alata. Lepidotus Mantellii.*		**Deistersandstein.** *Tempskya Schimperi. Cycadites Brongniarti. Pholidosaurus Schaumburgensis. Emys Menckei.*		**Terrain Dubisien (Marnes de Villars).** * *Corbula alata.* * *Chara Jaccardi.* * *Physa Bristoni. Planorbis Lorgi. Gervillia arenaria. Turritella minuta. Modiola lithodomus. Paludina elongata. Neritina Valdensis.*
	Purbeck-beds. *Sphenopteris Mantelli. Mantellia megalophylla. Archeoniscus Brodiei. Goniopholis crassidens. Tretosternum punctatum. Cypris gibbosa, fasciculata, Purbeckensis. Paludina. Physa Bristovi. Lymnea. Planorbis. Valvata. Cyclas. Unio.*		**Wölderkalk. Serpulit. Ashburnham-Schicht.** *Sphenopteris Mantelli. Modiola lithodomus. Corbula inflata, alata. Serpula coacervata. Cyclas. Cypris.*		

nen Ländern nach Lagerung und charakteristischen
rungen.

	Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.		Nördliche Alpenzone.		Südliche Alpenzone.

	England.	Norddeutschland.		Frankreich.		Südwestlicher Jura.
Portland-Gruppe.	Portland-stone. *Ammonites biplex, gigas, planulatus. Astarte cuneata. Trigonia incurva, gibbosa. Pinna ampla. Pecten lamellosus. Ostrea expansa, falcata. Perna quadrata. Gryphaea dilatata. Terebratula portlandica.*	Weisse Kalke und schwarze Kalkmergel. *Nerinea Gosae, Visurgis. Exogyra virgula. Astarte cuneata. Venus Brongniarti. Pteroceras Oceani. Pholadomya multicosta, Protei. Ceromya excentrica, inflata. Gresslyia Saussurei.*	Portlandien.	Calcaire tacheté de Boulogne. *Ammonites giganteus, Irius. Astarte cuneata. Pteroceras Oceani. Natica elegans. Ostrea bruntruttana. Mactra rostralis. Trigonia gibbosa. Nerinea subpyramidalis. Cardium dissimile. Lucina portlandica.*		Jaluze. Dolomitischer Kalk ohne Versteinerungen. Virgulien. *Ammonites Contejeani, longispinus. Pycnodus Nicoleti. Sphaerodus gigas. *Nerinea Janusensis. *Trigonia concentrica, gibbosa, suprajurensis. Ceromya excentrica. Ostrea solitaria. *Exogyra virgula. Diceras suprajurense. Rhynchonella inconstans. *Terebratula subsella. Acrosalenia aspera.*
					Portlandien.	Pterocérien. Schildkrötenkalke. *Ammonites Achilles. Lestocquii. Pycnodus gigas, Hugii, latidens. Sphaerodus gigas. Nerinea suprajurensis. Natica dubia, globosa. * Pteroceras Oceani. Mactra ovata. Venus parvula. Mytilus jurensis. Ostrea solitaria. Exogyra bruntruttana. Terebratula subsella. Pygurus jurensis. Holectypus neglectus. Hemicidaris Thurmanni.*
	Kimmeridge-clay. *Ammonites biplex. Cardium dissimile, striatulum. Exogyra virgula. Astarte cuneata. Pinna granulata. Ostrea deltoidea. Pholadomya Protei. Aptychus latus.*		Kimmeridgien.	Argile de Honfleur. *Ammonites decipiens, Lallerianus, mutabilis. Nerinea Gosae. Natica hemisphaerica. Pterocera Ponti, strombiformis. Panopaea Aldouini, tellina. Pholadomya acuticosta, Protei. Trigonia muricata, papillata. Ostrea deltoidea. Pinna granulata.*		Astartien-Sequanien. *Ammonites Achilles, cymodoce. Nerinea Gosae. Phasianella striata. Turbo princeps. Trigonia truncata. Arcomya helvetica, robusta. Venus parvula. Astarte gregarea. Ostrea multiformis, sequana. Exogyra bruntruttana. Anomia vercellensis. Terebratula humeralis. Apiocrinus Roissyi.*

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.		Nördliche Alpenzone.		Südliche Alpenzone.
	Oberer weisser Jura.		Oberer Jura.	**Nerineenkalk.** Stromberger Schichten. Portlandkalk. Kimmeridgien mit Kohlenschichten. *Nerinea suprajurensis. Pterocera Oceani. Natica dubia. Nerita hemisphaerica. Isocardia excentrica, obovata, orbicularis, striata. Venus isocardioides, nuculaeformis, subinflexa. Pholadomya scutata, parvula. Mytilus jurensis, pectinatus, pernoides. Modiola bipartita, rugosa, subaequiplicata. Astarte scalaria. Cardium intentum. Plagiostoma rigidum. Pecten subtentorius. Ostrea multiformis, solitaria. Terebratula biplicata, globata, inconstans. pileus, rostratina, rostrata, trilobata. Diadema dilatatum. Hemicidaris alpina, Thurmanni.*		
		Weisse schiefrige Kalke bei Regensburg nnd Ulm. *Pterocera Oceani. Exogyra virgula. Pinna granulata. Pleuromya donacina.*				
		Kalkplatten von Einsingen.		Diphyenkalke. Aptychusschichten. **Aptychus lamellosus. Terebratula diphyes.*		Diphyenkalke. *Ammonites hybonotus, lithographicus, ptychoides, Zygnodianus.*

	England.	Norddeutschland.		Frankreich.	Südwestlicher Jura.
Coral-rag.	**Coral rag. Calcareous grit.** *Ammonites cordatus, perarmatus, plicatilis, sublaevis, triplicatus. Belemnites lanceolatus. Melania Heddingtonensis, striata. Mytilus amplus. Modiola cuneata. Astarte elegans. Trigonia clavellata, costata. Hippopodium ponderosum. Ostrea gregarea. Pecten demissus, lens, viminalis. Terebratula ornithocephalá. Cidaris Blumenbachii. Hemicidaris crenularis. Diadema pseudodiadema. Clypeus emarginatus, patella. Nucleolites clunicularis. Pygaster umbrella. Discoidea depressa.* Korallen: *Thecosmilia; Thamnastrea. Nerinea hieroglyphica, Goodhalli. Diceras arietina.*	**Oberer Coralrag.** *Ammonites biplex. Melania striata. Turbo princeps. Nerinea Sequana, Visurgis. Modiola imbricata. Pecten fibrosus, lens. Gryphaea dilatata. Ostrea sandalina. Exogyra reniformis, spiralis. Cidaris crenularis.* Korallen.	Corallien.	**Calcaire corallien.** *Ammonites Altenensis, Ruppellensis. Nerinea Defrancei, Desvoidyi, fascinata, Mandelslohi, umbilicata, Visurgis. Natica grandis. Nerita pulla. Turbo princeps. Pholadomya canaliculata. Opis cardissoides. Trigonia Bronnii, Meriani. Cardium corallinum. Myoconcha compressa. Pinnigena Saussurei. Pecten niveus. Diceras arietina. Ostrea spiralis. Terebratula Repeliniana. Pygaster patelliformis. Glypticus hieroglyphicus. Diadema pseudodiadema. Cidaris Blumenbachii. Apiocrinus Roissyi.* Korallen	**Calcaire a Nérinées Oolite corallienne Calcaire a Dicérates.** *Nerinea bruntruttana, elongata, Mandelslohi. speciosa. Natica grandis. Pholadomya canaliculata, paucicosta. Trigonia geographica, Meriani, picta. Lima lyrata. Pinnigena Saussurei. Diceras arietina, bernardina, Lucii, Münsteri, ursicina. Verenae. Ostrea colubrina, gregarea. Rhynchonella inconstans, pectunculata. Terebratula repeliniana, subsella. Holectypus depressus, Mandelslohi, punctulatus. Echinus perlatus. Glypticus hieroglyphicus. Diadema priscum, pseudodiadema, subangulare. Hemicidaris crenularis. Cidaris Blumenbachii, coronata, elegans. Dysaster carinatus.* Korallen.
	Lower calcacerous grit. *Ammonites perarmatus, vertebralis. Belemniten abbreviatus. Terebratula ornithocephala. Modiola bipartita. Cerithium muricatum. Ostrea gregarea. Discoidea depressa. Diadema pseudo-diadema.*	**Unterer Coralrag. Milder thonigkalkiger Sandstein.** *Ammonites biplex, cordatus, perarmatus, polygyratus. Belemnites inaequalis, hastatus, semisulcatus. Melania Heddingtonensis, striata. Pleurotomaria Münsteri. Gervillia*	Oxfordien.	**Oolithe de Trouville-Marnes supérieures aux argiles de Dives.** *Ammonites alternans, canaliculatus, cordatus, crenatus, oculatus, perarmatus, plicatilis. Turbo Meriani. Pleurotomaria Buchiana, Sissolae. Cerithium rossicum. Panopaea*	**Madreporen-Bank. Calcaire corallien siliceux. Mergelkalke mit verkieselten Petrefacten. Calcaire oxfordien. Terrain à chailles.** *Ammonites alternans, biplex-bifurcatus, cordatus, canaliculatus, dentatus. Erato, Eu-*

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
Cidaritenschichten (Mösch). Diceratenkalke. **Rhabdocidaris nobilis, princeps. Scyphia obliqua. Cnemidium Goldfussi.*	Oberer weisser Jura.	Korallenkalk von Nattheim. Lithographische Schiefer von Kelheim. Kieseldolomite Frankens.	Korallenkalk. *Diceras arietina.* Nerineen, Korallen, Cidaridenstacheln.	
		ζ. Krebsscheerenplatten. *Aptychus lamellosus, latus, laevis. Nautilus agoniticus. Pleuromya donacina. Lumbricaria. Terebratula pentagonalis. Pentacrinus pentagonalis. Pterodactylus. Eryon spinimanus.*		
		ε. Plumpe Felsenkalke. *Nerinea Gosae, Mandelslohi. Turbo clathratus, princeps. Ostrea haustellata. Terebratula inconstans, lagenalis. Cidaris Blumenbachii, coronatus. Diadema subangulare. Hemicidaris crenularis. Holectypus depressus.* Korallen.		
		δ. Regelmässige Kalke. *Cnemidium Goldfussi, rimulosum, stellatum. Tragos patella, acetabulum. Scyphia radiciformis. Spongites cylindratus, ramosus.*		
Badener Schichten (Mösch). Scyphienkalke mit buntfarbigen Thonen. *Ammonites inflatus, polyplocus, Altenensis. Caprimontana*-Schichten (Mösch). *Crenularis*-Schichten (Mösch). Geissberg-Schichten (Mösch).		Aptychusthone (Fraas). γ. Scyphienkalke. *Ammonites alternans, *tenuilobatus, biplex, dentatus, flexuosus, planulatus, polyplocus. Aptychus lamellosus, latus. Belemnites hastatus. Nautilus agari-*	Scyphienkalke. Oberjura von Kren. Barmstein-Korallenkalk. *Scyphia cylindrica. Cnemidium, Tragos. Gryphaea dilatata. Ammonites polyplocus, perarmatus. Belemnites hastatus.*	

	England.		Norddeutschland.		Frankreich.		Südwestlicher Jura.
			aviculoides. Pecten fibrosus. Gryphaea dilatata. Trigonia clavellata, costata. Terebratula impressa.	Oxfordien.	*peregrina. Pholadomya lineata. Astarte ovata. Trigonia clavellata. Cardium concinnum. Lima duplicata. Pecten subfibrosus. Ostrea duriuscula, nana. Rhynchonella varians. Dysaster ovatus. Pygaster umbrella. Pentacrinus pentagonalis.*		*charis, flexuosus, Henrici, oculatus, plicatilis, polyplocus, perarmatus, tortisulcatus. Aptychus lamellosus, latus. Goniomya litterata, major. Pholadomya cardissoides, cingulata, concinna, excelsa, flabellata. Trigonia Bronnii, maxima. Lima proboscidea. Ostrea rostellaris, colubrina. Pecten lens. Exogyra reniformis. Terebratula impressa. inconstans, insignis, loricata, substriata, Thurmanni. Cidaris Blumenbachii. Hemicidaris crenularis. Diadema aequale, priscum. Dysaster capistratus. Apiocrinus rotundus. Millericrinus.* Schwämme. Impressathone von Oberbuchsiten. Scyphienkalke und hydraulische Kalkmergel.
Oxford-series.	Oxford clay. *Ammonites athleta, Jason, caprinus, cristatus, cordatus, Koenigii, Lamberti, macrocephalus, perarmatus, sublaevis. Cerithium muricatum. Nucleolites clunicularis. Trigonia clavellata. Ostrea deltoidea, gregarea. Belemnites hastatus, gracilis. Pinna lanceolata. Astarte lucida. Gryphaea bullata.*					Oxford-Mergel.	Marnes oxfordiennes Eisenoolithe. *Ammonites Lamberti, perarmatus, Eugenii. Belemnites hastatus. Terebratula impressa. Ammonites annularis, babeanus, Bakeriae, caprinus, convolutus, dentatus, denticulatus, flexuosus, hecticus, Lamberti, lunula, Mariae, Sutherlandiae, tortisulcatus. Pentacrinus pentagonalis.*

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
	Jura.	*ticus. Terebratula biplicata, lacunosa, reticularis, substriata. Dysaster carinatus.* Schwämme, besonders *Scyphia* und *Tragos.*		
	Weisser	β. Wohlgeschichtete und Werkkalke von Streitberg. *Ammonites flexuosus, planulatus. Belemnites hastatus. Pecten cingulatus. Pholadomya clathrata. Glyphea ventricosa. Nautilus giganteus.*		
Impressa-Mergel (Effinger Schichten). *Terebratula impressa.* Graue Scyphienkalke (Lacunosa-Schichten. Birmenstorfer Schichten). *Terebratula lacunosa.*	Unterer	α. Impressathone. *Ammonites alternans, complanatus. Dysaster carinatus, granulosus. Terebratula impressa. Belemnites hastatus. Pentacrinus subteres. Apiocrinus.*	Gruppen-Alp. *Amm. biplex, Henrici, tortisulcatus, flexuosus. Terebratula lacunosa.*	
Ornatenthone. *Ammonites Lamberti, cordatus.*		ζ. Ornatenthon zum Theil. *Ammonites annularis, caprinus, convolutus, hecticus, Jason, Lamberti, ornatus, Bakeriae, caprinus. Belemnites hastatus.*		

	England.	Norddeutschland.		Frankreich.	Südwestlicher Jura.
Kelloway-rocks.	**Kelloway-rocks.** *Ammonites athleta, Calloviensis, Duncani, funiferus, sublaevis. Gryphaea dilatata. Ostrea Marshii. Lima duplicata. Trigonia clavellata, costata. Terebratula socialis. Cerithium muricatum. Goniomya literata. Pecten demissus, fibrosus, lens.*	**Dunkelblauer Thon mit Mergelknollen.** *Ammonites athleta, Calloviensis, convolutus, coronatus, Jason, Lamberti, ornatus. Belemnites canaliculatus. Gryphaea dilatata. Gervillia aviculoides.*	Callovien.	**Argiles de Dives.** *Ammonites acutus, annulatus, armatus, athleta, Bakeriae, Calloviensis, communis, Duncani, excavatus, Herveyi, Jason, lunula, macrocephalus, omphaloides, ornatus, sublaevis. Gryphaea dilatata. Lima proboscidea. Trigonia clavellata, costata, elongata. Gervillia aviculoides. Terebratula biplicata, digona, diphya, ornithocephala, plicatilis.*	**Fer sous oxfordien.** *Ammonites athleta, anceps, annularis, ornatus, Herveyi, Jason, lunula, linguiferus, macrocephalus, plicatilis, refractus, sabaudianus, tumidus. Nautilus hexagonus. Belemnites latesulcatus. Pleurotomaria Cypris granulata. Pteroceras Aglaja. Pholadomya carinata. Trigonia elongata, monilifera. Terebratula spinosa. Diadema superbum. Pygurus depressus.*
					Dalle nacrée zum Theil. *Trigonia cuspidata. Pecten vimineus. Terebratula pecoralis, pala. Ostraea caryophylloides, confluens, oculata, tubulata. Pentacrinus scalaris, Nicoleti. Ammonites macrocephalus, tumidus, funatus, bullatus, Herveyi.*
	Cornbrash. *Ammonites discus. Herveyi. Ostrea Marshii. Terebratula concinna, digona, obovata. Goniomya literata, scripta. Pholadomya Murchisoni. Trigonia clavellata, costata. Pecten demissus, fibrosus. Nucleolites clunicularis. Holectypus depressus.*	**Dogger. Thon mit Geoden.** *Ammonites anceps, Banksii, Blagdeni, Gervillii, Humphresianus, macrocephalus, Parkinsoni, sublaevis triplicatus. Belemnites canaliculatus, fusiformis. Pleurotomaria granulata, ornata. Terebratula perovata, resupinata, varians,*	Bathonien.	**Oolithe de Caen.** *Ammonites annulatus, Bakeriae, discus, Herveyi, macrocephalus. Trigonia costellata, duplicata. Ostrea Marshii. Terebratula biplicata, coarctata, digona, globata, truncata. Avicula costata, echinata. Diadema subangulare. Echinus bigranularis. Hemici-*	**Oberer Oolith. Calcaire roux-sableux.** *Pholadomya Murchisoni. Avicula echinata. Pecten similis. Ostrea acuminata. Terebratula globata. Nucleolites Caliporus, Thurmanni. Pentacrinus Nicoleti.*

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
Dunkelrothe Eisenoolithe mit *Ammonites athleta, annularis, anceps, punctatus, lunula, Fraasii, Arion, curvicosta.*	Jura.	Dunkle Thone mit Geoden und verkiesten oder verkalkten Petrefacten zum Theil. *Ammonites athleta, ornatus, annularis, auritulus, bicostatus, anceps, Castor, Jason, coronatus, refractus, parallelus, lunula, Pollux.*	**Callovien von Chanaz. Auerkalk. Vilserkalk. Klausschichten zum Theil.** *Ammonites anceps, Bakeriae, bipartitus, coronatus, crista-galli, hecticus, Herveyi, Lamberti macrocephalus, Pottingeri, tatricus, tripartitus, tumidus, viator, zignodianus. Ancyloceras distans, tuberculatum. Belemnites distans. Nautilus hexagonus. Avicula inaequivalvis. Pecten demissus.*	
Fein oolithische, bräunliche sandige Kalke. *Ammonites macrocephalus, Herveyi, tumidus, funatus, calvus, hecticus. Belemnites subhastatus.*	Brauner	ε. Macrocephalenkalk. *Ammonites macrocephalus, sublaevis, triplicatus. Belemnites canaliculatus. Terebratula varians, lagenalis. Holectypus depressus.*		
Blaue oder blaugraue Mergelkalke mit zollstarken mergeligen Zwischenlagen, zu einem von Eisenoxydhydrat roth gefärbten sandigen Mergel verwitternd. *Belemnites Würtembergicus. Ammonites arbustig., aspid. biplex., Purpurina serrata. Phasian. Leymeriei,*		**Bei Baireuth, Haidenheim, Bopfingen und Wasseraifingen 2 bis 4 Fuss theils oolithische, theils mergelige Kalke, bei Ehningen, Oeschingen und Balingen dunkle fette Thone Petrefacten.** *Belemnites canaliculatus, Beyrichi. Ammonites aspidoid.,*	**Klausschichten zum Theil. Bathschichten.** *Ammonites bullatus, subbakeriae, linguiferus. Ancyloceras tenue. Nautilus subbiangulatus.*	**Posidonomyenschiefer.** *Pos. alpina, Terebrat. curviconcha, Ammon. rectilobatus.*

	England.	Norddeutschland.	Frankreich.	Südwestlicher Jura.
	Forest-marble. *Apiocrinus elegans, Parkinsoni. Pentacrinus vulgaris. Millepora straminea.* Bradford-clay. *Terebratula coarctata, concinna, digona. Avicula costata. Ostrea costata. Apiocrinus elongatus, intermedius, rotundatus.*	*spinosa. Ostrea costata, explanata. Cerithium armatum, muricatum. Modiola cuneata, pulchra. Pecten demissus. Avicula echinata. Trigonia clavellata, costata. Gresslya latirostris. Goniomya literata. Pholadomya Murchisoni, ovalis. Astarte depressa, pulla. Pleuromya Brongniarti.*	*daris crenularis. Nucleolites clunicularis. Apiocrinus Parkinsoni.*	Marnes Vésuliennes ou à Discoidées. Discoideen- oder Vesoulmergel. *Pholadomya crassa. Gresslya concentrica, latior, lunulata, costata. Trigonia costata. Mytilus bipartitus, gibbosus. Ostrea acuminata, Knorrii. Terebratula concinna, varians, spinosa. Hemicidaris Meriani. Holectypus depressus. Clypeus Hugii, patella, rostratus. Collyrites analis.*
Oolitic-series.	Great-Oolite. *Ammonites Blagdeni. Actaeon acutus. Astarte minima. Trigonia clavellata, costata. Ostrea Marshii. Pecten lens. Terebratula spinosa. Avicula Braamburiensis. Patella rugosa.*			1) Grande Oolite ou Oolite Bathonienne. Des. et Gr. a) Calcaire ochracé. Rauhe schiefrige von Eisenocker gefärbte Kalke mit mergeligen Zwischenlagen. *Ammonites Parkins. Phol. sp., Cerom. sp., Clyp. patella. Belemnites gig.* b) Grande Oolite prprm. dite. Weisse feinkörnige Oolithe.
	Fullers-earth. *Mya angulifera. Ostrea acuminata.*	Geodenthon. *Ammonites Parkinsoni. Belemnites giganteus.*	*Terre à foulon. Marnes de Port en Bessin.* Unkenntliche Versteinerungen mit Perlmutterüberzug.	2) Marnes à Homomyes ou Ostrea acuminata D. et Gr. Gelbliche Mergel mit einzelnen festeren Bänken: *Homomya gibb.* 3) Oolite subcompacte ou calc. à entroq. (Laedonien) D. et. Gr. Oben braune Oolithe, in der Mitte helle schieferige Oolithe, unten Mergel.

	Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
	Troch. Labady. Turbo delphinul. Chemnitzia Niortens. Pteroceras Myurus. Phol. texta, ovul. Lima Hel. Trigonia costata. Ostrea acuminata. Terebratula Fleischeri. Collyrites ringens, analis. **Thoneisenrogenkalk (Mösch).** *Terebratula Fleischeri.*		*Würtembergicus, ferrugineus, aurigerus, arbustiger. subcontractus, Pholad. acuticosta, Leda lacryma. Nucula variabilis. Astarte Zieteni. Trig. Kurri, interlaevigata. Cardium citrinoideum, Pect. Bouchardi. Plicatula fistulosa. Ostrea Knorri. Terebr. obovata, Bentleyi, diptycha, Fleischeri. Rhynchon. varians, Morieri, spinosa.*		
Hauptrogenstein.	1) Oberer Hauptrogenstein. Hell ziemlich feste, sehr feinkörnige Oolithe mit *Korallen* und *Cid. Schmidlini.* 2) Mittl. Hauptrogenstein. Sehr grobkörnig, sehr lose zusammenhängende Oolithe von gelber Farbe: *Clypeus patella, Nucleol. Renggeri. Ter. globata, sphaeroidal. Ostr. acuminata.* 3) Unterer Hauptrogenstein. Sehr mächtige, gelblich aussehende, innen blaue Oolithe, sehr feinkörnig und fest: *Ammonites Parkinsoni. Avic. tegul. Münsteri. Lima duplicat. Pect. Saturnus. Ostr. acumin. Marshi.*	Brauner Jura.	**Parkinsonithone.** *Ammonites anceps, bifurcatus, hecticus, Parkinsoni. Cerithium armatum. Pholadomya Murchisoni. Trigonia costata. Astarte depressa, pumila. Ostrea costata. Holectypus depressus.* Oollithe: Graue, mergelige Kalke mit vielen eingemengten Eisenoolith-Körnchen, stellenweise aber auch durch Thone vertreten. *Ammonites subfurcatus, Garantianus, Parkinsoni. Belemnites Würtembergicus. Ancyl. annulatus. Leda caudata. Terebr. carinata, globata. Rhynch. acuticosta, angulata.*		

	England.	Norddeutschland.		Frankreich.	Südwestlicher Jura.
Inferior-Oolite.	**Inferior Oolite.** *Ammonites Blagdeni, Brongniarti, Gervillei, Humphriesianus. Pleurotomaria granulata, ornata. Trigonia clavellata, costata. Astarte depressa. Ostrea costata, Marshii. Terebratula bullata, perovalis, spinosa. Pecten lens, vimineus. Perna mytiloides. Nautilus lineatus. Clypeus patella.* **Marly-Sandstone.** *Ammonites Parkinsoni, striatus. Melania Heddingtonensis, lineata. Pleurotomaria granulata, pyramidalis. Cerithium muricatum. Mya literata. Trigonia costata. Astarte elegans, minima. Ostrea Marshii. Pecten lens. Pholadomya fidicula. Modiola plicata, pulchra. Avicula inaequivalvis. Lima gigantea. Terebratula obsoleta.*		*Oolithe inférieure.*	**Oolithe de Bayeux, Oolithe ferrugineuse.** *Ammonites acutus, Blagdeni, Brongniarti. contractus, Gervillei, laeviusculus, Parkinsoni, polymorphus. Melania Heddingtonensis, lineata. Pleurotomaria granulata, ornata, punctata, sulcata. Turbo gibbosus. Trigonia costata, striata. Ostrea subcrenata, Marshii. Pecten corneus, vimineus. Lima gibbosa, proboscidea. Terebratula biplicata, bullata, dimidiata, emarginata, lata, sphaeroidalis. Hemithyris spinosa. Dysaster Eudesii. Hyboclypus gibberulus.*	**Eisenoolith.** *Ammonites anceps, Blagdeni, Brongniarti, Brocchii, Brownii, coronatus, Gervillei, Humphresianus, Herveyi, Parkinsoni, platystomus, Sauzei, tumidus. Belemnites canaliculatus, giganteus. Trigonia costata, denticulata, signata. Lima duplicata, proboscidea. Ostrea Marshii. Terebratula bullata, intermedia, perovalis, Theodori. Pholadomya fabacea, media. Cidaris horrida.*
					Blaue sandige Mergelkalke mit *Ammonites Murchisonae. Pecten pumilus.*

	Nordöstlicher Jura.	Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
Brauner Jura	Graue, sandige Kalkmergelbänke. *Ammonites Blagdeni, Avic. tegulata.* Dunkle, braunschwarze Eisenoolithe. *Ammonites Humphriesianus. Braikenridgi, subradiat. Panop. Jurassi. Lyons. gregaria. Belemnites gigant. Phol. fidicula. Myt. cuneat. Ter. perovál.* Graue, sandige Mergelthone. *Belemnites giganteus, Ammonites Gervilli.* Dunkelgraue, sandige Kalkmergel. *Ammonites Sowerbyi jugosus, Belemnites Gingensis. Turb. Bathis. Pleurotom. Agathis. Astarte elegans? Hinnites sp. Lyonsia sp. Gryphaea spinosa, Rhynch. sp.*	Schichten mit *Belemnites giganteus.* δ. Dunkle Thone mit Kalkbänken. *Belemnites giganteus, canaliculatus. Ammonites Humphriesianus, Braikenridgi, Blagdeni, subcoronatus, Romani. Trochus monilitectus. Pholadom. siliqua, Heraulti. Lyonsia gregarea. Trig. signata, costata. Pinna cuneata. Myt. cuneatus. Av. Münsteri. Pect. ambiguus. Hinn. objectus. Ostr. flabelloides. Ter. Waltoni, Cid. Anglo-Suevica.* γ. Harte Kalke mit *Ammonites Sauzei, Brochi, Brongniarti, Gervilli.* β. Dunkelblaugraue, sehr harte, gelb verwitternde Kalke von undeutlich oolithischer Structur, durchschwärmt von einem Heer von *Korallen* und *Bryozoen*-Resten. Ausserdem *Ammonites Sowerbyi, jugosus. Pholadom. fidicula. Lima alticosta. Gryph. calceola. Bel. Gingensis.*	Eisenrogenstein. *Zoophycos scoparius, procerus.*	Graue Kalke. *Terebralula fimbria, fimbriaeformis, Rotzoana, hexagonalis.* Pflanzenlager von *Rotzo, Rovere.* Oolithe von J. Virgilio. *Ammonites Murchisonae, fallax, scissus.*
	Blaugraue, gelbverwitt., sand. Kalke. *Ammonites Murchisonae, Staufensis. Leda Deslongchampsi. Trigonia striata. Inocer. amygdaloides. Avicula elegans. Pect. pumilus, disciformis. Anomia Kurri.*	Oben Thone und dünne Sandsteinlagen, dann die Muschelbank, unten mächtige braune Sandsteine. Personatensandsteine. *Belemnites spinatus. Ammonites Murchisonae. Turbo paludi-*		

	England.		Norddeutschland.		Frankreich.	Südwestlicher Jura.
		Brauner Jura.	**Opalinusthon.** *Ammonites opalinus. Trigonia navis. Modiola Hillana. Inoceramus dubius. Nucula Hammeri, rostralis. Pleuromya unioides. Gresslya donaciformis.*		**Opalinusthon.** *Trigonia navis.*	**Dunkle Thone.** *Ammonites opalinus, Turbo subduplicatus, Nucula Hammeri.*
Upper Lias.	**Upper Lias-shale.** *Nautilus lineatus. Ammonites bifrons (Walcotti), communis, Conybeari, fimbriatus, heterophyllus, serpentinus, Walcotti. Belemnites compressus. Ptycholepis Bollensis. Ichthyosaurus. Plesiosaurus. Lepidotus gigas.*	Ober-Lias.	**Mergelthon.** *Ammonites hircinus, jurensis, radians. Belemnites digitalis, tripartitus.*	Toarcien.	**Marnes Liasiques supérieures.** *Ammonites bifrons, heterophyllus, radians, serpentinus, Walcotti. Belemnites irregularis. Turbo subplicatus. Leda rostralis. Lima gigantea. Posidonia Bronnii. Ostrea Knorrii. Pentacrinus vulgaris.*	**Sandige Mergel mit Knollen und verkiesten Petrefacten.** *Ammonites radians, Thouarsensis, Aalensis.*

Nordöstlicher Jura.	Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
	narius, Ast. Aalensis. Trig. tuberculata, striata. Gerv. subtortuosa, gracil. Avic. elegans. Inoc. amygdaloides. Myt. gregarius. Pect. pumilus. **Trümmeroolith Quenst.** *Belemnites spinat. Ammonites Murchisonae, Staufensis. Leda Deslongchamp. Tancr. donaciform. Lycetti. Quenstedtia oblita, Corbula obsc. Ast. excavi, eleg. Trig. tuberc. Arca Lyc. Av. eleg. Inoc. amygd. Pect. pumil. discif. Ost. calc. Anom. Kurri.*		
Dunkle schieferige Thone. *Ammonites opalinus, dilucidus. Trigonia costellata, similis.*	α. Opalinusthon. *Ammonites opalinus, radians, torulosus. Trigonia navis. Gervillia pernoides. Nucula claviformis, Hammeri. Venus triangularis. Astarte opalina. Rostellaria subpunctata.*	Bommerstein. *Ammonites opalinus.*	
Graue Thonmergel (Aalensis-Mergel). *Ammonites Aalensis, jurensis, hircinus. Belemnites parvus.*	ζ. Jurensismergel. *Ammonites hircinus, insignis, jurensis, radians. Belemnites acuarius, digitalis. Cyathophyllum mactra, tintinnabulum.*	Algäuer Schiefer. Lias von Bex mit Salz. *Sagenopteris Charpentieri.* Meerversteinerungen aus allen drei Stufen.	Rothe Kalke von Entratico. *Ammonites bifrons subcarinatus.*

	England.		Norddeutschland.		Frankreich.		Südwestlicher Jura.
		Oberer Lias.	**Bituminöse Mergelschiefer.** *Ammonites capellinus, communis, fimbriatus, radians, serpentinus, Walcotti. Belemnites digitalis, paxillosus. Avicula substriata. Inoceramus gryphoides. Posidonia Bronnii.* Fische und Saurier.		–		**Wellige Posidonien-Schiefer.** *Posidonia Bronnii, Ammonites serpentinus, Inoceramus dubius, Pecten incrustatus.*
Middle Lias.	**Iron and Marlstone.** *Ammonites margaritatus, Gryphaea cymbium. Lima gigantea, Hermanni. Pecten aequivalvis. Avicula inaequivalvis. Terebratula numismalis, vicinalis.*	Mittlerer Lias.	**Geodenthon.** *Ammonites amaltheus, costatus. Belemnites breviformis, paxillosus. Turbo cyclostoma. Inoceramus substriatus.*	*Liasien.*	**Marnes et Calcaire à Belemnites.** *Ammonites Davoei, fimbriatus margaritatus, spinatus. Belemnites niger. Pleurotomaria expansa. Pecten aequivalvis. Gryphaea cymbium. Terebratula numismalis, rimosa. Pentacrinus basaltiformis.*	*Lias moyen.*	**Mittlere Liasschiefer.** *Ammonites Davoei, fimbriatus, margaritatus, spinatus, Turneri. Belemnites niger, paxillosus. Plicatula spinosa. Lima Hermanni. Terebratula numismalis, rimosa. Gryphaea cymbium. Spirifer verrucosus.*
			Belemnitenlias. *Ammonites amaltheus, capricornus, Davoei, fimbriatus. Belemnites niger, paxillosus. Terebratula numismalis, rimosa. Gryphaea cymbium.*				

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
Dunkle Mergelschiefer mit Stinksteinen. *Posidonia Bronnii, Ammonites communis, crassus.* Ichthyosauren. Fische.		**ε. Posidonien-Schiefer.** *Ammonites annulatus, depressus, fimbriatus, heterophyllus, Lythensis, serpentinus, Walcotti. Belemnites acuarius, digitalis. Lepidotus gigas. Ichthyosaurus. Loligo Bollensis. Posidonia Bronnii. Inoceramus gryphoides. Monotis substriata.*		
Graue harte Kalkbänke. *Ammonites spinatus, hetes, margaritatus. Pecten aequivalvis. Pleurotomaria anglica, expansa.*	Mittlerer schwarzer Jura.	**δ. Amaltheenthone.** *Ammonites amaltheus, heterophyllus. Belemnites paxillosus. Turbo cyclostoma. Terebratula tetraëdra. Spirifer rostratus. Pentacrinus scalaris.*	**Hierlatz-Kalke.**	**Graue Kalke mit verkiesten Versteinerungen von** *Val di Conzei* **und** *Dommaro.* *Ammonites margaritatus, Taylori.*
Hellgraue Thonkalke. *Terebratula numismalis. Ammonites centaurus, Henleyi, Jamesoni, brevispina.*		**γ. Numismalismergel.** *Ammonites capricornus, Davoei, ibex, natrix, Valdani. Terebratula numismalis, rimosa. Spirifer verrucosus. Gryphaea cymbium. Plicatula spinosa. Nucula complanata, palmae. Trochus Schübleri. Pentacrinus subangularis.*		

	England.		Norddeutschland.		Frankreich.	Südwestlicher Jura.
Lower Lias.	Blue and white Lias. *Ammonites armatus, Bucklandi, oxynotus. Turneri. Lima gigantea. Plicatula spinosa. Gryphaea arcuata. Spirifer Walcotti.*		Thon ohne Versteinerungen.			Hellgraue weiche Thone ohne Versteinerungen.
		Unterer Lias.	Eisenschüssiger Thon. Gryphitenkalk. *Ammonites Bucklandi. Gryphaea arcuata. Avicula inaequivalvis.*	Sinemurien.	Calcaire à Gryphées. *Ammonites Bucklandi (bisulcatus), Conybeari, kridion, Turneri. Belemnites acutus. Pleurotomaria anglica. Gryphaea arcuata. Spirifer Walcotti.*	*Calcaire à Gryphées. Ammonites Bucklandi, Conybeari. Gryphaea arcuata, Lima gigantea.*
	Lower Lias-shale. *Cardinia concinna.*		Sandsteine. *Cardinia concinna, Listeri. Pecten glaber. Ostrea sublamellosa.*		Grès infra-liasique. *Cardinia concinna.*	

Nordöstlicher Jura.		Franken und Schwaben.	Nördliche Alpenzone.	Südliche Alpenzone.
Capricornier-Thone. *Ammonites raricostatus, oxynotus, planicosta, ziphus. Belemnites acutus.*	Unterer schwarzer Jura.	Versteinerungslose Schiefer und β. Turnerithon. *Ammonites armatus, capricornus, oxynotus, Turneri.*	Adnether-Kalke.	
Arieten-Kalk. *Gryphaea arcuata, Lima gigantea. Ammonites Bucklandi, Kridion.*		α. Gryphitenkalk. *Ammonites Bucklandi. Nautilus aratus. Trochus anglicus. Lima gigantea. Gryphaea arcuata. Spirifer Walcotti. Pentacrinus basaltiformis.*	Kalke von Glärnisch und Meillerie. *Ammonites Bucklandi.*	Rothe Kalke von Sondrio. *Gryphaea arcuata.*
Insektenmergel der Schambelen. *Ammonites angulatus, longispinus.* Pflanzen, Insekten, Fische.		Concinnensandstein. *Cardinia concinna.* *Bone-bed.* Fischschuppen und Zähne, Coprolithen.	Landpflanzen bei Blumenstein. *Thuites fallax. Cardinia concinna.*	

fetten Kohlen ausschliessen. Leider sind die Flötze wenig mächtig und so hoch im Gebirge gelegen, dass vielfach ihr Bau aus diesen Gründen nicht unternommen werden kann.

§. 598. Die Flora der jurassischen Gebilde ist besonders in den unteren und mittleren Liasschichten, in der Bathgruppe und in den Schiefern von Solenhofen, in den oberen Portlandschichten und dem Wäldergebirge sehr ausreichend entwickelt und zeigt eine grosse Annäherung zu der Flora des Keupers, während sie von derjenigen der nachfolgenden Kreide sehr verschieden ist. Obgleich noch Farrenkränter in der Landflora in bedeutender Anzahl vorkommen, so zeigen doch die nacktsamigen Pflanzen (Gymnospermen), die Cycadeen und Coniferen ein entschiedenes Uebergewicht über dieselben, während die höheren Dikotyledonen fast gänzlich fehlen und unter den Monokotyledonen hauptsächlich nur die gras- und rohrartigen Pflanzen bedeutend entwickelt sind.

Ausser den Landpflanzen findet man namentlich in den Kalkschiefern von Stonesfield, Cirin und Solenhofen, welche unter gleichen physikalischen Verhältnissen in stillen Meeresbuchten sich absetzten, im Lias und in fast allen Meereskalken zahlreiche Arten von Algen vor, welche beweisen, dass in der Jurazeit die Meeresufer unter der Wasserfläche von einer üppigen Vegetation bedeckt waren. An einigen Orten kommt selbst eine Mengung von Algen mit Landpflanzen vor, die darauf hinweist, dass an diesen Localitäten Einmündungen von Strömen existirten, welche Landpflanzen als Treibholz mit sich fortschwemmten. Wir heben folgende Formen besonders hervor:

§. 599. Die Gruppe der Florideen unter den Meeresalgen zeichnet sich durch ein lederartiges flaches oder fadenförmiges, gliederloses Laub aus, an dessen Enden gewöhnlich kapselförmige, bald zerstreute, bald aufgehäufte Sporenbehälter sitzen, die zuweilen auch über die ganze Oberfläche des Laubes vertheilt sind. Dieses ist der Fall bei der Gattung *Baliostichus*, Fig. 326, die ein röhrenförmiges, lederartiges Laub besass, das durch erhabene, sich spiralig krenzende Linien in kleine Rautenfelder abgetheilt ist, in deren Mitte die Sporenbehälter eingesenkt sind.

Fig. 326.



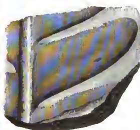
Baliostichus ornatus.
Aus den lithographischen Schiefern von Pappenheim.

§. 600. Unter den Farrenkräutern giebt es viele Arten, welche zu Gattungen gehören, die schon in der Kohlenzeit vorkommen. Dahin gehört

namentlich eine Art von *Odontopteris*, Fig. 327, welche in dem unteren

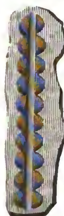
Fig. 327.





Odontopteris cycadea.
Aus dem unteren Lias.

Fig. 328.



Pecopteris Desnoyersi.
Aus dem Bathonien.

Fig. 329.



Sphenopteris gracilis.
Aus dem Hastingssande.
a ein Blatt vergrössert.

Fig. 330.





Pachypteris lanceolata.
Aus dem Bathonien.

abgesetzt, aber zugleich gelappt und gezähnelt, wodurch die Blätter denen der Gattung *Sphenopteris* ähnlich werden.

Eine eigenthümliche Gruppe bildet die Gattung *Phlebopteris*, Fig. 332, die fiederhaltige Blattwedel besitzt, deren etwas wechselständige Fiederblätter lang und grob gezähnt sind und an der Basis so zusammenhängen, dass sie zu beiden Seiten einen Saum an dem Blattstiele bilden. Der Mittelnerv dieser Fiederblätter ist sehr stark und deutlich, und von ihm gehen netzartige Seitennerven aus, welche sich vielfach verzweigen und dem Blatte eine solche Zeichnung geben, dass man noch zweifelhaft ist, ob man es mit Farren oder Dikotyledonen zu thun hat. Die hier abgebildete Art kommt in dem grossen Oolith in England und in Oesterreich vor, während eine andere Art derselben Gattung sich in dem Liassandsteine findet.

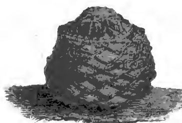
Die niedrigen knolligen Stämme der Cycadeen, welche in dem Jura so häufig sind, und von denen man ausserdem noch viele Blätter besitzt, müssen den Jurawäldern einen ganz eigenthümlichen Charakter gegeben haben. Schon bei der Trias bemerkten wir, dass die Stämme der Cycadeen sich durch den inneren, strahlig gestreiften Holzring, die rautenförmig queren Blattansätze, in welchen hier und da Spuren frischer Blattknospen sitzen, und den Busch langer, gefiederter Blätter auszeichnen, welche oben auf dem knolligen Stamme in einem Wedel zusammenstehen. In der Jetztwelt findet man hauptsächlich nur auf trockenen Hochebenen der südlichen Zone, wie z. B. in Mexico, Cycadeenwälder, die mit denen der Jurazeit einige Aehnlichkeit gehabt haben mögen. Wir geben hier die Abbildung eines Blattes aus den Schiefern von Stonesfield, das man jetzt der Gattung *Pterophyllum*, Fig. 333, anreiht, die ganzrandige spitze Fiederblättchen besitzt, welche §. 601.

Fig. 333.



Pterophyllum Preslanum.

Fig. 334.



Mantellia (Cycadoidea) megalophylla.
Von der Insel Portland.

sehr feine, gleiche, parallele Blattnerven haben und mit ihrer ganzen Basis an der Mittelrippe des Blattes aufsitzen, ohne an derselben hinabzulaufen. Der hier abgebildete Stamm von *Mantellia*, Fig. 334 a.v.S., zeichnet sich besonders durch seine fast kugelige Form und die sehr breiten niedrigen, vertieften Blattnarben, sowie durch den einfachen Holzring aus, der nahe am äusseren Rande sich hinzieht. Die Stämme dieser Art finden sich in grosser Anzahl in einer oberen Schicht des Portlandkalkes, die man ihrer kohligen Structur wegen das Schlammlager (*Dirtbed*) genannt hat.

Einem völlig zweifelhaften Geschlechte fossiler Pflanzen, das man bald den Cycadeen, bald den baumartigen Euphorbien zugerechnet hat, gehört die Gattung *Mamillaria*, Fig. 335, an, die Stengel von ein bis drei Centimeter Dicke hat, welche regelmässige sechsseitige abgestumpfte Höcker mit einer concaven Narbe auf der Spitze zeigen, die in spiralen Linien an einander gereiht sind.

Fig. 335.



Mamillaria Desnoyersi. Aus dem Kalke von Mamers.

Ausser den Cycadeen hat man noch viele Coniferen, und zwar namentlich aus den Familien der Tannen und der Cypressen gefunden, unter welchen Zapfen, die denen unserer gewöhnlichen Tannen sehr ähnlich sehen, Blüthenzweige und Holzstücke, die man besonders durch ihre mikroskopische Structur unterscheiden kann.

§. 602. Eine wesentliche Rolle spielen unter den jurassischen Versteinerungen die Schwämme, welche besonders in einigen Schichten, wie namentlich in dem Spongitenkalke der schwäbischen Alp, den grössten Theil der Versteinerungen ausmachen. Es bestehen diese Gebilde bekanntlich meist aus einem Netzwerke festerer Nadeln oder Fasern, die hornig, kieselig oder kalkig sind und die Grundlage, das Skelet für einen organischen Ueberzug bieten, der vielfache Röhren und Höhlen zeigt, die oft mit flimmernden Haaren ausgekleidet sind. Es pflanzen sich diese Gebilde, welche gewiss den Thieren angehören, durch frei bewegliche schnellschwimmende Körper fort, die aus den Zwischenräumen des Gewebes austreten und als Embryonen angesehen werden müssen. Die hier aufzuführenden Arten gehören alle einem ausgestorbenen Typus an, bei welchem ein dick-kalkiges Steinskelet existirte.

Die Gattung *Lymnorea*, Fig. 336, besteht aus einzelnen schwammigen Individuen, deren jedes auf der Spitze eine unregelmässige Hauptöffnung hat. Diese Individuen sitzen gruppenweise auf einem gemeinsamen Stiel, der ebenso wie die Basis der Individuen von dicken Kalkschichten umgeben ist.

Die Gattung *Scyphia*, Fig. 337, von welcher wir hier eine Art

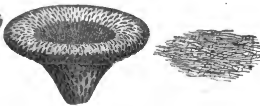
abbilden, zeigt etwa die Form eines Bechors, indem sio einen aufgewachseuen hohlen, am obcren Endo breitkegelförmig offenen mit

Fig. 336.



Lymnorea Michelini.
Aus dem Bath-Oolith.

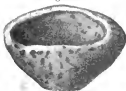
Fig. 337.



Scyphia (Cribrospongia) reticulata.
Aus dem Oxfordkalke.
Daneben einige Fasern vergrössert.

vielen rundlichen, oft in Reihen gestellten Oeffnungen versehenen Stock besitzt, welcher aus einem Gewebe netzförmig durchwachsener Fasern besteht, deren vergrösserte Ansicht wir beifügen.

Fig. 338.



Tragos acetabulum.

Der Gattung *Scyphia* sehr nahe steht die Gattung *Tragos*, Fig. 338, welche dieselbe Becherform zeigt, aber sich dadurch unterscheidet, dass dio im frischen Zustande unstreitig gallertartigen Fasern mit einander verschmolzen sind und so eine gleichförmigere Grundlage für das durchlöcherte Gewebe bilden.

Die Classe der Wurzelfüsser zeigt in dem Lias mehrere Gattungen. Die Gattung *Marginulina*, Fig. 339, gehört zu der Familie der Stichostegier, bei welcher die Kammern auf einer einzigen Axe aufgereiht sind. Die Schälchen der Gattung sind länglich zusammengedrückt, hinten hakenförmig umgebogen und an der letzten Kammer ist eine Oeffnung angebracht. §. 603.

Fig. 339.



Marginulina harpula.
Aus dem unteren Lias.
Von d. Rücken, d. Seite und von oben.

Die Korallenpolypen erscheinen von äusserster Wichtigkeit für den Jura, da sie, mit den Schwämmen vereint, ganze Schichten und namentlich Korallenbänke zusammensetzen, die wahre Sammelplätze für alle Arten von Fossilien sind. Auch erscheinen schon die meisten Familien dieser so äusserst zahlreichen Classe des Thierreiches in dem Jura vertreten, und die neueren Untersuchungen haben gelehrt, dass die meisten Arten auf specielle Stockwerke beschränkt sind. §. 604.

Zur Familie der eigentlichen Nelkenkorallen (*Caryophyllida*), deren Scheidewände, äusserer Rand und Rippen gezähnelt und die Becher stets getrennt sind, gehört die Gattung *Thecosmilia*, mit langen meist dichotomen Bechern, zahlreichen Scheidewänden und äusserer gestreifter Kalkscheide. Die abgebildete Art, Fig. 340, kommt in dem Coralrag von Frankreich und Nattheim sehr häufig vor.

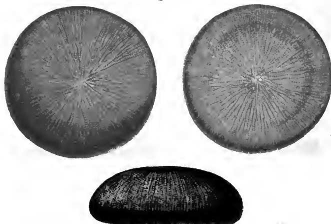
Fig. 340.



Thecosmilia annularis. Aus dem Coralrag.

Die Familie der Schwammkorallen (*Fungida*) hat grosse, freie, einfache Korallenstöcke von rundlicher oder ovaler Gestalt mit breiter, blattähnlicher Basis und vielfachen Strahlenwänden, die gewöhnlich von einer mittleren Spalte ausgehen. Die Gattung *Anabacia*, Fig. 341, welche zu dieser Familie gehört, bildet kreisrunde, niedrige, oben gewölbte, unten platte Polypenstöcke mit feinen, knotigen, dichotom getheilten Strahlenwänden, die auf beiden Seiten fast gleich sind. Sie kommt nur im unteren und mittleren Jura vor.

Fig. 341.



Anabacia orbulites. Von oben, unten und von der Seite.

Die Madreporiden bilden meist ästig verzweigte Korallenbäume von schwammiger Netzsubstanz, in welcher überall sich Sternzellen zeigen, deren Strahlen wohl ausgebildet und von blätterigem Baue sind. In den Zellen finden sich keine Querscheidewände. Man hat von ihnen die Poriten abgezweigt, bei welchen der Polypenstock

durchaus schwammig und die Zellenstrahlen nicht blätterig, sondern unvollständig sind und aus knotigen Netzbalken bestehen. Die auf den Korallenkalk beschränkte Gattung *Dendracaea*, Fig. 342, ist ästig verzweigt und zeigt sehr seichte, eckige Zellen mit knotigen Strahlen, die sich kaum von dem schwammigen Gewebe der Masse unterscheiden lassen.

Fig. 342.





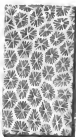
Dendracaea ramosa.
Daneben einige Zellen vergrössert.

Die Sonnenkorallen (*Asterida*) bilden meist grosse, feste, massige Korallenstöcke oder Blöcke mit eckigen Sternzellen, die wohl von einander geschieden bleiben und durch solide Substanz von einander getrennt sind. Die Strahlen dieser Zellen sind stark, mehrfach, oben gezähnelt und mit einer inneren, schwammigen Säule versehen. Die Gattung *Prionastrea*, Fig. 343, bildet unförmliche Korallenstöcke, deren Mauern oben durchaus solide verwachsen, unten aber meist von einander getrennt sind. Die Zellenstrahlen und Scheidewände sind besonders gegen die Mitte der Zelle hin stark gezähnt.

Bei den Eusmiliden sind die Polypen stets als Individuen unterscheidbar, meist sogar frei, so dass jeder Korallenstock nur von einem einzigen Individuum gebildet wird. Die Zellen sind gross, meist rund, die Scheidewände zahlreich, ganzrandig, schneidend, ungezähnt; oft

Fig. 343.





Prionastrea oblonga.
Daneben einige Zellen vergrössert.

Fig. 344.

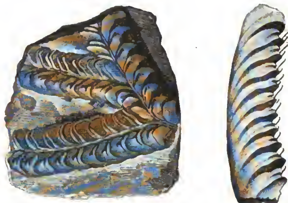


Montlivaltia caryophyllata.
Aus dem Bath-Oolith.

findet sich eine compacte oder griffelförmige Säule in der Mitte. Die Montlivaltien, Fig. 344 a. v. S., haben freie Korallenstöcke mit rundem Kelch ohne Säule, zahlreiche ganzrandige Sternscheidewände — ihr unterer Theil ist von einem dicken Kalkblatte eingehüllt. Sie kommen von der Trias bis zur Kreide vor.

Die zusammenfliessenden Eusmiliden unterscheiden sich von den vorigen dadurch, dass die Zellen reihenweise sich vereinigen und eine mäandrische Anordnung zeigen. Die Gattung *Phytogyra*, Fig. 345, die einzig auf den Korallenkalk beschränkt ist, zeigt grosse ab-

Fig. 345.

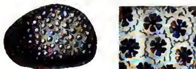


Phytogyra magnifica. Im Ganzen und ein Ast von der Seite.

wechselnde Scheidewände, blattreiche Mittelsäulen und gestreckte Zellen auf einem baumförmigen Korallenstocke, der sich in dichotome, horizontal liegende freie Aeste theilt.

Bei den agglomerirten Eusmiliden vereinigen sich die Individuen zwar nach allen Seiten hin, um massige Korallenstöcke zu bilden, bleiben aber doch wohl umgränzt und bilden keine Reihen. Bei der Gattung *Cryptocaenia*, Fig. 346, sind die Korallenstöcke rundlich, kugelig, die Zellen rund, mit sechs einfachen Strahlen und ohne Mittelsäule.

Fig. 346.



Cryptocaenia bacciformis.
Daneben einige Zellen vergrössert.

§. 605. Die gestielten Echinodermen oder die Seelilien bilden einen wesentlichen Theil der jurassischen Versteinerungen und tragen, ob-

gleich ihre Formen nicht so mannigfaltig sind, als namentlich in den Uebergangsgebilden, dennoch wesentlich zur Physiognomie mancher jurassischer Schichten bei. Einige Arten derselben bildeten förmliche Wälder, wenn man sich so ausdrücken darf, an dem Fusse der Korallenriffe der jurassischen Oceane, und die Säulenglieder einiger Arten sind so häufig, dass sie hier und da für sich allein ganze Schichten zusammensetzen. Zwei Familien sind besonders wichtig in den jurassischen Gebilden.

Fig. 347.



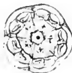
Apiocrinus Royssianus. Stark verkleinert, um die Gestalt im Ganzen zu zeigen. Aus dem Korallenkalke.

Fig. 348.



Kelch von *Apiocrinus elegans.* Aus dem Bath-Oolith.

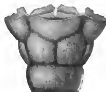
Fig. 349.



Derselbe von oben.

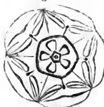
Die Familie der Apiocriniden hat eine drehrunde Säule, welche aus einer dicken, verzweigten Wurzel aufschiesst, die meistens grosse Knollen bildet, welche in Kalkspath verwandelt sind. Die einzelnen Glieder der Säule sind drehrunde Scheiben, meist ziemlich dick, mit rundem Nahrungscanal und strahlig fein gerippter Gelenkfläche; Hülfsarme fehlen stets gänzlich; nach oben hin erweitert sich die Säule allmälig, um den Kelch zu bilden, der einen nur sehr geringen inneren Raum einnimmt und sonst aus dicken, niederen, fest in

Fig. 350.



Kelch von *Millericrinus Nodotianus.* Aus der Oxfordgruppe.

Fig. 351.



Derselbe von oben.

einander gefügten Stücken besteht; auf dem Kelche stehen fünf bis zehn Arme, welche sich höchstens zweimal in Zweige theilen, auf der inneren Seite eine Rinne haben und hier mit

gegliederten Tentakeln besetzt sind. Der auszeichnende Charakter dieser Familie besteht namentlich in dem allmäligen Uebergange der Säulenglieder, die sich nach und nach erweitern, in den Kelch. Die Gattung *Apiocrinus*, von welcher wir hier eine Figur in sehr verjüngtem Maassstabe geben, Fig. 347 bis 349 a. v. S., zeichnet sich besonders durch diesen Charakter aus, der auch namentlich in der hier abgebildeten Art in ausgezeichneter Weise hervortritt. Die Apiocrinen sind gewissermaassen die Fortsetzung des massiven Typus, welcher in den Encrinen des Muschelkalkes zum Vorschein kommt.

Die Gattung *Millericrinus* unterscheidet sich von den Apiocrinen besonders durch die Bildung des Körpers, indem nur ein verdicktes Säulenglied den Kelch trägt, der aus fünf Beckengliedern und fünf dazwischen gestellten Armträgern besteht. Wir geben hier die Abbildung eines Kelches von der Seite und von oben, Fig. 350 und Fig. 351, bei welchem man das geringe Volumen der Eingeweidehöhle im Verhältniss zu den hier einfassenden Stücken deutlich beobachten kann.

§. 606. Die Familie der Pentacrinen, welche einen noch lebenden Repräsentanten in den Meeren der Südsee besitzt, hat eine fünfkantige Säule, welche überall fast gleiche Dicke hat, und deren Glieder gewöhnlich mit Wirteln von Hülfsarmen besetzt sind. Der Nahrungscanal der Glieder ist gewöhnlich fünfeckig und die Gelenkflächen mit einem schön gezeichneten, fünfblätterigen Sterne versehen, der die Glieder sehr leicht kenntlich macht. Der Kelch ist äusserst klein und einfach, aus niederen Stücken zusammengesetzt, die eine weite Eingeweidehöhle zwischen sich lassen, die von oben durch eine lederartige Ausbreitung bedeckt war. Die Arme sind gross, lang, vieltheilig, mit langen, gegliederten Tentakeln besetzt und bilden eine grosse buschige Krone, die wie aus einzelnen Blättern zusammengesetzt erscheint. Die hier abgebildete Art, Fig. 352 bis 354, kommt besonders häufig im mittleren Lias vor und ihre Exemplare bilden eine Zierde der Schiefer von Boll und anderen Localitäten desselben jurassischen Stockwerkes.

§. 607. Die Haarsterne (Comatulen) unterscheiden sich nur dadurch von den Seelilien, dass ihnen der Stiel gänzlich fehlt, während sie sonst in derselben Weise aus einem kelchförmigen Körper gebildet sind, an welchem im Umkreise die verzweigten Arme stehen, die gewöhnlich mit Tentakeln besetzt sind. In ihrer Jugend sind diese Thiere als Larven wirklich durch eine Säule am Boden befestigt, von dem sie sich erst später losmachen, so dass sie also einen vollkommneren Entwickelungsgrad der Seelilien darstellen, welcher in der That auch erst mit dem mittleren Jura aufzutreten beginnt.

Bei der Gattung *Comaster*, Fig. 355 (S. 310), zeigt sich ein Rudiment einer Säule in Gestalt eines hohen und dicken fünfkantigen Knopfes

der von einem fünfkantigen Canale durchbohrt ist und dicke Hülfsarme trägt, deren eingesenkte Gelenkflächen dem Knopfe ein geripptes An-

Fig. 352.



Pentacrinus fasciculosus. Aus dem mittleren Lias von Boll.

Fig. 353.



Ein Stück d Säule v d. Seite.

Fig 354.





Zwei Säulenglieder von der Gelenkfläche.

sehen geben. Auf dem Knopfe sitzt der eigentliche Kelch, der aus fünf dreieckigen Gliedern besteht, welche zehn stark verästelte Arme tragen.

Fig. 355.





Kelch von *Comaster (Comatula) costatus.*
Aus der Oxfordgruppe. Von der Seite und von oben.

Die Gattung *Saccocoma*, Fig. 356 u. 357, entspricht dagegen ganz dem Typus der gewöhnlichen, jetzt lebenden Haarsterne, indem der knopflose Körper einen zehnrippigen Beutel darstellt, an dessen Rand fünf schlanke Arme stehen, welche sich bald wieder theilen und nach ihrem Ende hin lange gegliederte Fiederäste tragen; Mund und After befinden sich wie bei allen Haarsternen auf der oberen Fläche des Beutels zwischen den Armen.

Fig. 356



Saccocoma pectinata.
Aus der Oxfordgruppe. Mit eingezogenen Armen.

Eine im Lias oft vorkommende Seesternart, Fig. 358, zeichnet sich durch die langen biegsamen Arme aus.

§. 608. Die Seeigel sind im Jura in grosser Anzahl und Mannigfaltigkeit vorhanden und meist für die Bestimmung der einzelnen Schichten und Gruppen den Muscheln deshalb als Leitversteinerungen vorzuziehen, weil ihre Schale weit mehr leicht aufzufassende Charaktere bietet, die zur Unterscheidung der Gattungen und Arten dienen können. Es verdienen dieselben daher eine ganz besondere Beachtung um so mehr, als man sie fast in allen Formationen wiederfindet, indem es Arten giebt, welche schlammigen oder sandigen Grund, andere, welche die Lagunen der Koralleninseln oder die Felsenufer des brandenden Meeres vorzogen.

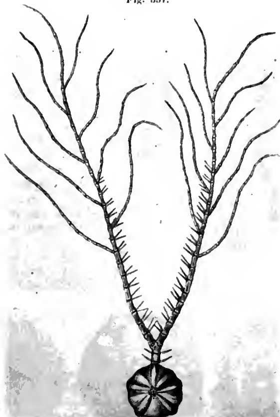
Fig 358.



Asterias lumbricalis.
Aus dem mittleren Lias.

Die Familie der eigentlichen Turbanigel (Cidariden), welche einen sehr complicirten inneren Zahnapparat und schmale, an dem auf

Fig. 357.



Saccocoma pectinata. Die Scheibe mit einem entfalteten Arme.

der Spitze gelegenen After zusammenlaufende Fühlergänge besitzen und sich durch ihre runde Form, ihre dicke Schale, ihre wenig zahlreichen, aber sehr grossen, vorstehenden, durchbohrten und im Umkreise gerippten Höcker auszeichnen, welche grosse und oft höchst sonderbar geformte Stacheln tragen, zeigt in den jurassischen Gebilden eine Menge von Gattungen und Arten, die theils durch ihre Schalen, theils durch ihre Stacheln bekannt sind; von diesen letzteren bilden wir hier zwei ausgezeichnete Formen ab, Fig. 359 und 360 a. f. S., davon die eine in dem schweizerischen Knotenkalke (*Terrain à Chailles*) häufig vorkommt, während die andere, unter dem Namen „Judenstein" bekannt, vom Berge Carmel häufig in die Sammlungen gebracht ist.

Die Gattung *Hemicidaris*, Fig. 361, hat einen runden, meist von oben her abgeplatteten Körper mit engen Fühlergängen, zwischen welchen kleine Höcker oder selbst nur einfache Körner stehen. Die Poren der Fühlergänge sind einpaarig, die Warzen auf den Feldern zwischen den Fühlern sehr gross, durchbohrt und gekerbt und mit dicken, keulenförmigen, platten Stacheln besetzt. Der Mund ist sehr gross und rundum mit tiefen Einschnitten versehen, welche die Gattung vorzugsweise von den eigentlichen Cidariden trennen.

Fig. 359.



Cidaris Blumenbachii. Stachel. *Terrain à Chailles.*

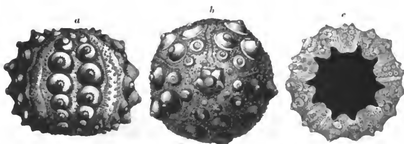
Fig. 360.



Cidaris glandifera. Berg Carmel.

§. 609. Zu der Unterfamilie

Fig. 361.



Hemicidaris crenularis. Aus dem Korallenkalke.
a Von der Seite. *b* Von oben. *c* Von unten.

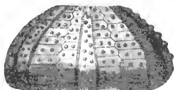
der Echiniden, die sich durch ihre dünnen Schalen, ihre zahlreichen, aber kleinen, meist undurchbohrten, mit dünnen und spitzen Stacheln besetzten Warzen von den Cidariden unterscheiden, gehört die Gattung *Diadema*, welche überall ziemlich grosse gekerbte und durchbohrte Warzen trägt, runde, sehr lange und geringelte Stacheln besitzt, und deren Mund gross, aber ohne Einschnitte ist. Die hier abgebildete Art, Fig. 362, ist für die untersten Schichten des Lias charakteristisch

und unterscheidet sich von den eigentlichen Diadema durch ihre sehr langen, feinen, der Länge nach gestreiften Stacheln.

§. 610 Die Familie der **Cassiduliden** begreift Seeigel von rundlicher oder langer Gestalt, deren Wärzchen meistens zerstreut, selten in Reihen stehen und feine borstenartige Stacheln tragen. Der Mund steht in der Mitte oder etwas nach vorn, der After hinten oder unten. Ein Kauapparat fehlt gänzlich. Die Schale ist am Mundrande nach innen eingebogen, so dass sie einen nach innen vorspringenden Ring bildet. Fünf Augenplatten stehen auf dem Scheitel zwischen den Genitalplatten. Nach der Anordnung der Fühler, die bald einfach, bald blattförmig sind, theilt man sie in zwei Gruppen.

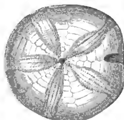
Zu der Gruppe der **Nucleoliden**, welche blattförmige Fühlergänge besitzen, gehört die Gattung *Clypeopygus*, Fig. 363, die eine

Fig. 362.



Diadema (*Diademopsis*) *seriale*.
Unterer Lias.

Fig. 363.



Clypeus (*Clypeopygus*) *Hugi*.
Aus dem unteren Oolith. Vesoulmergel.

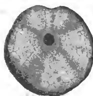
runde, bisweilen nach hinten etwas ausgezogene Gestalt besitzt und einen runden excentrisch an der Unterfläche gelegenen Mund zeigt, während der After auf der oberen Fläche in einer tiefen Furche oder Grube liegt. Die Fühlergänge bilden einen eleganten, fünfstrahligen, nach der Peripherie geöffneten Stern.

Zu der Familie der **Galeriden**, welche einen excentrisch gelegenen Mund und After, unregelmässige Gestalt und einfache Fühlergänge

Fig. 364.







Hyboclypus gibberulus.
Aus den Vesoulmergeln. Obere, Profil- und untere Ansicht

wie die Cidariden und einen inneren Zahnapparat besitzt, gehört die Gattung *Hyboclypus*, die eine zusammengedrückte, breite, nach vorn verschmälerte Gestalt und zahlreiche dicht gedrängte, durchbohrte und gekerbte Wärzchen besitzt, welche überall auf der Oberfläche vertheilt sind. Der Mund liegt auf der unteren Seite fast in der Mitte, der After auf der oberen Fläche in einer tiefen Grube, die sich nach hinten fortzieht. Die zwei hinteren Fühlergänge vereinigen sich nicht ganz mit den drei vorderen, so dass auf dem Scheitel ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden bleibt. Die abgebildete Art, Fig. 364 (a. v. S.), ist charakteristisch für die Vesoulmergel des Juragebirges.

§. 611. Eine eigenthümliche kleine Familie für sich bildet die Gattung *Dysaster*, Fig. 365 bis 367, die sich durch die merkwürdige Eigen-

Fig. 365.



Dysaster Endesi.

Aus dem Bajocien. Von oben, von der Seite und von unten.

thümlichkeit unterscheiden, dass die Fuhlergänge nicht auf dem Scheitel zusammenstossen, sondern in zwei Punkten zusammenlaufen, die sehr weit von einander liegen nnd durch einfache Täfelchen ohne weitere Auszeichnung getrennt sind. Die drei vorderen und die zwei hinteren Fühlergänge laufen so in verschiedenen Scheitelpunkten zusammen. Die Gestalt dieser Seeigel ist elliptisch oder scheibenförmig, die Scheibe dünn, mit kleinen Wärzchen versehen, die sich zwischen feiner Granulation erheben; der Mund liegt auf der Unterfläche, in der Mitte oder mehr nach vorn, der After gewöhnlich auf der hinteren Seite in einer kleinen Grube. Die Arten kommen nur in den Juraschichten und einige wenige in der Kreide vor.

Fig. 366.



Dysaster capistratus.
Oxfordmergel.

Fig. 367.

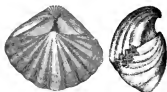


Dysaster ringens.
Unter-Oolith.

§. 612. Der Lias ist die einzige Schichtengruppe aus dem Jura, in welcher noch einige Arten des in den Uebergangsgebilden so häufigen Ge-

nus *Spirifer*, Fig. 368, vorkommen, so dass mit diesem Stockwerke dieser Typus der Armfüssler gänzlich ausstirbt. D'Orbigny hat die im Lias vorkommenden Arten auch generisch unterscheiden und unter dem Namen *Spiriferina* dadurch charakterisiren wollen, dass dieselben eine poröse und nicht faserige Schale und eine Schlossöffnung besitzen, die nicht in die kleine Schale mit übergreift. Die hier abgebildete Art ist für die unterste Liasgruppe charakteristisch.

Fig. 368.



Spirifer Walcotti.
Aus dem Gryphitenkalk

Unter den Terebrateln kommen viele charakteristische Arten vor, welche oft ihrer weiten Verbreitung und Häufigkeit wegen als vorzügliche Leitmuscheln für die einzelnen Schichten gelten können. Wir bilden hier einige der wesentlichsten Arten ab, Fig. 369 bis 373, indem

Fig. 369



Terebratula numismalis.
Aus der Belemnitenschicht des Lias.

Fig. 370.



Terebratula globata

Fig. 371.



Terebratula diphya.
Aus d. unteren Oolith.

Fig. 372.



Terebratula digona.
Aus dem Cornbrash.

Fig. 373.



Rhynchonella spinosa.
Unter-Oolith

wir vorzugsweise auf die *Terebratula diphya* aufmerksam machen, welche sich besonders durch das mitten durchgehende Loch auszeichnet und für die rothen Kalke der südlichen Alpen, die dem unteren Oxfordmergel entsprechen, charakteristisch ist. Das hier abgebildete Exemplar zeigt auf der einen Seite statt der Schale die Eindrücke der Gefässe auf dem Mantel.

Unter den einmuskeligen Muscheln der jurassischen Gebilde zeichnen sich vor Allem die Geschlechter der Austernfamilie aus, §. 613.

welche hier zuerst bedeutende Bänke bilden, deren äusserer Habitus durchaus den Austerbänken unserer Küsten entspricht.

Die eigentlichen Austern (*Ostrea*) sind mit der rechten grösseren Schale angewachsen, während die linke deckelartig darauf liegt. Die Schale selbst ist stets sehr unregelmässig, da ihre Form sehr nach dem

Fig. 374.



Ostrea Marshii.
Aus der unteren Oxfordgruppe. (Callovien.)

Fig. 375.



Dieselbe von innen.

Fig. 376.



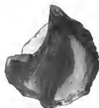
Ostrea deltoidea.
Aus dem Kimmeridgemergel. Von innen.

Fig. 377.



Ostrea acuminata.
Walkererde.

Fig. 378.



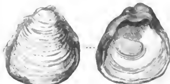
Ostrea deltoidea.
Kimmeridgemergel.

Fig. 379.



Ostrea gregaria.
Coral-rag.

Fig. 380.

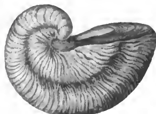


Ostrea expansa.
Kimmeridgemergel.

Platze sich richtet, auf welchem sie angeheftet ist. Das Schloss ist zahnlos, das Schlossband in einer grossen, kegelförmigen Grube verborgen, die grösstentheils im dreieckigen Schlossfelde der rechten grösseren Schale liegt. Der Muskeleindruck ist meist sehr tief und gross; die Buckeln, der der rechten Schale besonders, ohne seitliche Krümmung. Viele Austerarten sind deshalb bezeichnend für ihre Schichten, weil sie in ungeheurer Menge vorkommen. Bei dem grossen Wechsel ihrer äusseren Form aber ist es oft unmöglich, die einzelnen Arten zu erkennen (Fig. 374 bis 380).

Die Gryphäen, Fig. 381 bis 384, unterscheiden sich von den

Fig. 381



Gryphaea arcuata.
Aus dem unteren Lias.

Fig. 382.



Gryphaea dilatata.
Aus dem unteren Oxford-Mergel.

Fig. 383.

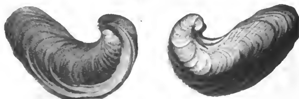


Gryphaea cymbium. Aus dem mittleren Lias.

Austern nur durch den Buckel der rechten oder grösseren Schale, welche sich spiralig nach innen eindreht, und durch die regelmässigere Form der Muschel, die darauf hinweist, dass diese Muscheln nur sehr lose angeheftet waren oder selbst ganz frei in dem Schlamme lagen. Durch diese regelmässigere Form werden die Gryphäen vortreffliche

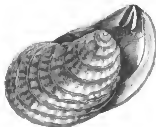
Leitmuscheln für die einzelnen Schichtengruppen, und obgleich ihre generische Abscheidung, sowie diejenige der **Exogyren**, wo der Buckel schief nach der Seite gedreht ist, von den eigentlichen Austern nicht ganz zu rechtfertigen ist, so kann man dennoch die Genusnamen für die Gruppen der Kürze und Bequemlichkeit halber beibehalten.

Fig. 384.



Gryphaea (Exogyra) virgula. Aus dem Kimmeridgemergel.

Fig. 385.



Plicatula spinosa.
Aus der Belemnitenschicht des Lias.

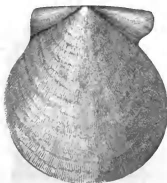
Den Austern ziemlich nahe steht ein anderes Geschlecht angehefteter Muscheln, die **Plicatulen**. Diese haben ungleiche Schalen ohne Ohren, schmal am Schloss, nach unten abgerundet, mit zwei starken, winkelförmig divergirenden Schlosszähnen in jeder Schale, zwischen welchen das dreieckige Schlossband versteckt ist. Die Oberfläche dieser Muscheln ist meist gewellt oder gefaltet; die Buckeln nicht vorstehend. Der Muskeleindruck liegt in der Mitte.

§. 614. Die schon früher erwähnten **Kammmuscheln** (*Pectinida*) zeigen in den jurassischen Gebilden mannigfache Vertreter, von welchen die folgenden, als besonders häufig und leicht kenntlich, für ihre Lagerungen als Leitmuscheln dienen können (Fig. 386 bis 388).

Sehr leicht zu unterscheiden sind die Muscheln, die zum Genus *Perna* gehören, Fig. 389. Sie zeichnen sich durch eine längliche, platte Gestalt, fast gleiche Schalen und ein langes, gerades Schloss aus, welches aus zwei dicken Leisten besteht, in denen tiefe Einschnitte sich befinden. Die Einschnitte des linken Schlosses entsprechen den Einschnitten des rechten Schlosses nnd nicht den Erhöhungen. Die beiden Schalen greifen demnach nicht im Schlosse in einander, sondern legen sich platt zusammen, und die Einschnitte dienen zur Befestigung der vielen kleinen Bänder, welche bei den Pernen statt eines einzigen Bandes sich finden. Vorn findet sich ein klaffen-

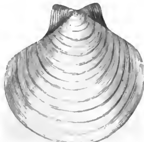
der Ausschnitt zum Durchtritt des Byssus; im Inneren sieht man einen grossen Muskeleindruck, der mehr im oberen Theile der Schale liegt.

Fig. 386.



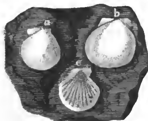
Pecten lens. Aus dem unteren Oolith.

Fig. 387.



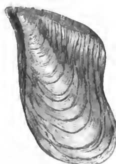
Pecten disciformis. Aus dem mittleren Jura.

Fig. 388.



Pecten personatus. Aus dem oberen Lias. *a* Linke Schale. *b* Rechte Schale von aussen. *c* Schale von innen.

Fig. 389.



Perna mytiloides. Aus dem Eisenoolith.

Die Feilenmuscheln (*Lima*) haben zwei ungleichseitige Schalen, die nur sehr wenig von einander verschieden sind, einen geraden, freien Schlossrand mit einem einseitigen Ohre und einem dreieckigen Schlossfelde. Die Buckeln der Schalen stehen auseinander. Das Schloss selbst ist zahnlos und hat eine dreieckige, innerliche Rinne. Am hinteren Rande befindet sich bald ein Ausschnitt für den Byssus, bald fehlt ein solcher. Man hat die Arten ohne Byssusausschnitt in ein besonderes Geschlecht, *Plagiostoma*, vereinigt, während man nur denjenigen, welche einen solchen besitzen, den Namen *Lima* gelassen hat, Fig. 390 (a. f. S.), eine Trennung, die nicht gerechtfertigt scheint. Die Feilenmuscheln beginnen schon im Muschelkalke und gehen durch alle Formationen bis in die Jetztwelt.

Aus der Familie der Vogelmuscheln erwähnen wir hier eine, durch die ausserordentliche Ungleichheit der Schalen charakterisirte Art (Fig. 391), welche Leitmuschel für den mittleren Lias ist.

Fig. 390.



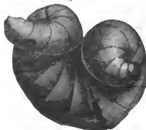
Lima (Plagiostoma) gigantea.
Aus dem Lias.

Fig. 391.



Avicula inaequivalvis. Lias.

Fig. 392

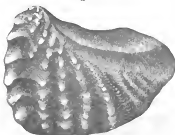


Diceras arietina.
Aus dem Korallenkalke.

§. 615. Eine eigenthümliche, unter allen Umständen leicht kenntliche Form von Muscheln bilden die **Doppelhörner**, *Diceras* (Fig. 392), deren Arten bis auf zwei auf die oberen jurassischen Schichten beschränkt sind. Beide Schalen sind ungemein dick, unregelmässig, ungleich, hornförmig ausgezogen und eingerollt. Das Schloss ist sehr complicirt und mit Erhabenheiten versehen, die mehr oder minder diejenigen der menschlichen Ohrmuschel nachahmen.

§. 616. Die **Trigonien**, Fig. 393 bis 396, deren Gegenwart im Jura schon durch die nur wenig verschiedenen Myophorien des Muschelkalkes angekündigt war, zeigen im Jura eine Menge charakteristischer Arten. Diese Muscheln sind meist mehr oder minder dreieckig, ihre Schalen sind ungemein dick und scheinen ein sehr festes Schlossband besessen zu haben, da man nur höchst selten offene Exemplare, sondern meist nur durchaus geschlossene Muscheln oder Steinkerne findet. Die

Fig. 393.



Trigonia navis. Oberer Lias.

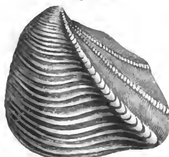
Muschel ist gleichschalig, ungleichseitig; die Schlosszähne, lang seitlich zusammengedrückt, *V*förmig gestellt und mit queren Einschnitten versehen, die den Myophorien fast fehlen; auf der linken Schale befinden sich vier Zähne, die nur auf einer Seite Einschnitte tragen, während die rechte Schale zwei, beiderseits gekerbte Schlosszähne besitzt. Das Schlossband ist äusserlich. Die Steinkerne zeichnen sich durch die spitz dreieckige Form und die zwei rundlichen Muskeleindrücke aus, welche durch die vom

Fig. 394.



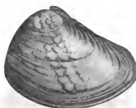
Trigonia clavellata. Aus dem Oxfordmergel.

Fig. 395.



Trigonia costata.
Aus dem unteren Oolith.

Fig. 396.



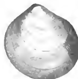
Trigonia gibbosa.
Aus dem Portlandkalke.

Mantel herrührende Rinne verbunden werden. Fast jede Schicht des Jura hat ihre eigenthümliche Trigonie.

Fig. 397.



Fig. 398.



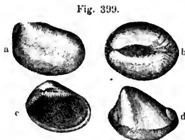
Cardium dissimile. *Cardium striatulum.*
Beide aus dem Kimmeridgethone.

Die ächten **Herzmuscheln** haben eine gleichklappige, etwas ungleichseitige Schale mit einfachem ganzrandigem Manteleindrucke, zwei Muskeleindrücken und starkem Schlosse mit unregelmässigen Hauptzähnen und weit seitlich gestellten Nebenzähnen. Am Steinkern (Fi- §. 617.

gur 397) ist der vordere Muskeleindruck vorwiegend deutlich. Die hier abgebildeten finden sich im *Kimmeridge-clay* Englands.

§. 618. Die Nuculen, Fig. 399, aus der Familie der Arcaceen, kommen besonders häufig in allen oolithischen Schichten vor. Es sind meist kleine, regelmässige Muscheln mit äusserlichem, randlichem Bande, einem vielfach gezahnten Schlosse, dessen Zähne eine in stumpfem Winkel gebrochene Reihe bilden. In dem Buckel der Schale befindet sich ein grosser, löffelförmiger Zahn, der indess leicht zerstört wird. Die beiden Muskeleindrücke sind stark und durch einen einfachen Manteleindruck verbunden.

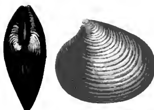
Fig. 399.



Nucula Hammeri. Aus dem oberen Lias.
a Von der Seite. *b* Von oben.
c Eine Schale von innen. *d* Steinkern von der Seite.

Die Astarten haben eine fast kreisrunde Form mit zwei gleichen Schalen, die vollkommen schliessen und meist selbst zu vollständigerem Schlusse innerlich längs des Randes gekerbt sind. Das Schloss hat zwei Zähne an jeder Schale; der vordere Muskeleindruck ist durch einen Quervorsprung in zwei getrennte Eindrücke getheilt. Das Band liegt äusserlich. Die runden Anwachsstreifen treten sehr stark wulstig hervor (Fig. 400 und 401).

Fig. 400.



Astarte elegans.

Fig. 401.



Astarte minima.

Aus dem oberen *Coral-rag* (Astartenkalk).

Zu derselben Familie gehören die Hippopodien — sehr dicke Schalen mit ungeheurem Schlosse, die von den eigentlichen Cardinien nur durch den Mangel von strahlenden Rippen auf der Aussenfläche sich unterscheiden. Der Typus dieser plumpen schweren Muscheln kommt nur im Jura vor.

Diesen Muscheln schliesst sich die dem schon früher charakterisir-

ten *Genus Cardinia* angehörige Muschel an, welche als Leitmuschel des untersten Lias Erwähnung verdient.

Fig. 402.



Hippopodium (Cardinia) ponderosum. Lias.

Fig. 403.



Cardinia concinna von Innen.
Leitmuschel des untersten Lias (Concinnen-Sandstein).

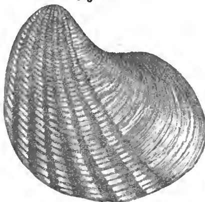
Man findet hauptsächlich in denjenigen Schichten des Jura, welche §. 619. einst schlammigen Meeresboden bildeten, eine Menge von Muscheln

Fig. 404.



Goniomya literata. Terrain à Chailles.

Fig. 405.



Pholadomya exaltata.
Aus dem Oxfordthon.

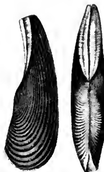
aus der Familie der Myaceen, unter welchen sich namentlich die Goniomyen auszeichnen. Diese Muscheln haben nämlich bei sonst nicht auffallender äusserer Gestalt das Eigenthümliche, dass sich ihre Rippen von beiden Seiten her zusammenneigen und so auf jeder Schale eine *V*förmige Figur bilden, deren Spitze nach unten gerichtet ist. Die Goniomyen finden sich nur im Jura und der unteren Kreide und können generisch nicht von den Pholadomyen getrennt werden, die ein ausserordentlich zahlreiches Geschlecht sehr veränderlicher Muscheln bilden, mit entgegengesetzten Buckeln, dünner Schale, die meist zu beiden Seiten offen steht, auch bei vollständigem Schlusse, am meisten aber nach hinten. Der Manteleindruck zeigt einen tiefen Ausschnitt am hinteren Theile. Das Schloss ist zahnlos und hat nur eine leichte Rinne und entgegengesetzten Wulst zur Befestigung des kurzen Bandes.

Fig. 406.



Pholadomya fidicula.
a Von der Seite. *b* Steinkern von vorn.
Aus dem *Marly-sandstone.*

Fig. 407.



Anatina spathulata
Aus dem Kimmeridgemergel.

Eine andere Gattung derselben Familie, das Genus *Anatina*, Fig. 407, hat lange, dünne, zerbrechliche, fast gleichklappige, vorn und hinten klaffende Schalen, die zuweilen nach hinten schnabelförmig ausgezogen sind. Die Buckeln sind quer gespalten, so dass auf dem Steinkerne fast immer ein Abdruck dieses Spaltes sich zeigt und das Schlossband durch zwei senkrechte Löffel gestützt; die Mantelbucht ist sehr tief, der vordere Muskeleindruck schmal, bogenförmig in die Länge gezogen.

§. 620. Die Corbuliden haben ebenfalls einen, freilich wenig ausgeschnittenen Mantel, zwei Muskeleindrücke, hintere Athemröhren und sehr ungleichklappige Schalen. Die beiden Seiten der Gattung *Corbula* sind beinahe gleich, die Schale dick, mit Oberhaut versehen, der Manteleindruck schwach ausgeschnitten; das Schloss hat einen grossen Zahn, der in eine Vertiefung der anderen Schale eingreift. Die hier abgebildete Art ist charakteristisch für den Wälderthon und Hastingssand.

Fig. 408.



Corbula alata.

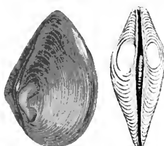
Die Steckmuscheln (*Pinna*), Fig. 409, lassen sich leicht an ihrer gestreckt dreieckigen oder fächerförmigen Gestalt erkennen; sie sind gleichschalig dünn; die Buckeln bilden die schmale Spitze, und dicht hinter ihnen befindet sich der kleine vordere Muskeleindruck. Der Schlossrand ist gerade und zahnlos; vorn befindet sich ein bedeutender Ausschnitt für den Byssus. §. 621.

Fig. 409.



Pinna Hartmanni.
Aus dem unteren Lias.

Fig. 410.



Unio Waldensis.
Aus dem Wäldergebirge.
Von der Seite und von den Buckeln aus.

In dem Wäldergebirge kommen die ersten Repräsentanten der in unseren Gräben und Teichen so häufigen Familie der Malermuscheln vor, deren gleichklappige, ungleichseitige Schalen eine dicke, meist an den Buckeln zerfressene Oberhaut und einen inneren Perlmutterbeleg haben; das Band ist äusserlich; der vordere Muskeleindruck meist doppelt. Sie kommen alle nur im süssen Wasser vor. Die Gattung *Unio*, Fig. 410, die der Familie den Namen giebt, hat geschlossene Schalen mit starken Schlosszähnen, meist zwei auf einer Seite. §. 622.

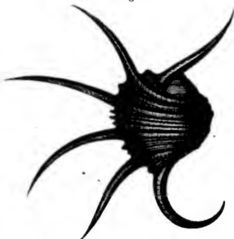
Wir erwähnen von den Gasteropoden folgende Gattungen. §. 623.

Die Flügelhörner (*Pterocera*) haben eine dicke, ovale Schale mit meist niedriger Spindel; die Mundöffnung ist länglich, schmal, nach vorn in einen langen, gebogenen Canal ausgezogen; der äussere Mundrand in einen Flügel erweitert, der hinter dem Canale einen Ausschnitt hat und vielfache Zacken und Spitzen trägt; der innere Mundrand ist glatt oder schwielig. Die Zacken sind bei den fossilen Arten meist abgebrochen (Fig. 411 a. f. S.).

Die Blasenmuscheln (*Bulla*), Fig. 412, haben kleine, sehr dünne Schalen, deren Oeffnung die ganze Länge der Muschel einnimmt. Die Schalen sind kaum gewunden, die Oeffnung vorn weiter als hinten.

Aus der schon früher erwähnten Gattung der Pleurotomarien, deren Lippenspalt meist zu einer erhobenen Kante auswächst, bilden wir hier zwei charakteristische Arten ab (Fig. 413 und 414).

Fig. 411.



Pterocera Oceani.
Pterocerenkalk des Kimmeridgien.

Fig. 412.



Bulla suprajurensis.
Aus dem Kimmeridgemergel.

Fig. 413.



Pleurotomaria granulata.
Von unten. *a* der Spalt der Lippe.

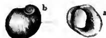
Fig. 414.



Pleurotomaria ornata.

Beide Arten im Unteroolith.

Fig. 415.



Nerita costata.
a Von unten mit dem Deckel in der Mundöffnung.
b Von oben. *Great oolite.*

Die Neriten haben eine dicke, kuglige Schale mit sehr kurzer Spindel, dickem, halbmondförmigem Mundrande, plattem Spindelrande ohne Nabel. Der Deckel ist dick und kalkig, mit einem seitlichen Fortsatze. Die abgebildete Art findet sich im Unteroolith.

In die Nähe der Nerineen gehört die Gattung *Actaeon*, meist kleine Schnecken mit lang-eiförmiger dicker Schale, langer, etwas gebogener Mundöffnung ohne Ausschnitt, scharfer einfacher Lippe und unregelmässigen Streifen auf der dicken Spindel. Die jetzt lebenden Arten finden sich nur in grossen Tiefen. Die abgebildete Art ist charakteristisch für den *great oolite* Englands.

Die Schüsselschnecken (*Patella*) haben eine einfache, regelmässige, fast conische Schale, deren Oeffnung bei dem lebenden Thiere fast ganz von einer kreisförmigen Fussscheibe ausgefüllt ist, womit das Thier sich festsaugt. Die Kiemen stehen in Büscheln kreisförmig im Umkreise. Die abgebildete Art findet sich im *great oolite* Englands.

Fig. 416.



Actaeon acutus. *Great oolite.*

Fig. 417.



Patella rugosa. Von der Seite und von oben. *Great oolite.*

Fig. 418.



Rimula clathrata. *Great oolite.*

Fig. 419.



Physa Bristovi. Im Purbeckkalke.

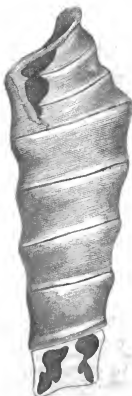
Die Spaltschnecken (*Fissurellida*) unterscheiden sich von den Schüsselschnecken nur durch einen Spalt, oder ein Loch auf dem Gipfel, oder an dem Rande oder, wie die Gattung *Rimula*, etwa in der Mitte der Schale. Das Thier der lebenden Arten unterscheidet sich sehr, besonders durch die Anordnung der Kiemen, von dem der Schüsselschnecken.

Zn den lungenathmenden Schnecken des süssen Wassers und zwar zur Familie der Teichschnecken (*Lymnacida*) mit sehr dünner Schale und Fühlhörnern ohne Angen gehören die Physen, kleine Schnecken mit links gewundenen, glatten, glänzenden Schalen, fadenförmigen Fühlhörnern und über die Schale geschlagenem Mantel.

Ein eigenthümliches Geschlecht nur fossiler Schnecken, das fast ausschliesslich auf die jurassischen Gebilde vom unteren Oolith an beschränkt scheint, ist das Genus *Nerinea*, Fig. 420 bis 423 (a. f. S.), von dem man jetzt mehr als dreissig Arten aus allen Welttheilen kennt. Nur eine Art scheint in der ächten Kreide vorhanden; alle übrigen in den Schichten des Jnra und noch im neocomischen Gebilde, der untersten Kreideablagerung. Die Gestalt der Nerineen ist meist sehr langgestreckt, thurmförmig oder selbst fast cylindrisch; die Schale ist sehr dick, die Mundöffnung scharfrandig, mehr oder minder rhomboidal. Der merkwürdigste Charakter dieses Geschlechtes beruht in einigen auf der inneren Fläche vorspringenden Falten der Schale, welche in die Höhle der Schnecke hineinragen und bei zunehmendem Alter derselben sich vergrössern, so dass die letzten Windungen der Schnecke fast gar keine Höhlung mehr besitzen, indem die wuchernden Falten sie ausfüllen. Je näher der Mundöffnung, desto dünner ist auch die Schale und desto kleiner sind die Falten, die indess in der Mundöffnnng selbst stets sehr sichtbar sind.

Die hier abgebildete *Nerinea suprajurensis* ist durchaus charakteristisch für die oberen Schichten des Portlandkalkes, wo sie in ungeheuren Mengen, zuweilen ganze Bänke bildend, vorkommt.

Fig. 420.



Nerinea suprajurensis. Darüber eine Windung, mitten durchschnitten.

Fig. 421.



Nerinea Mosae. Aus dem *Coral-rag.*

Fig. 422.



Nerinea Godhallii. Aus dem *Coral-rag.*

Fig. 423.



Dieselbe im Längsdurchschnitt.

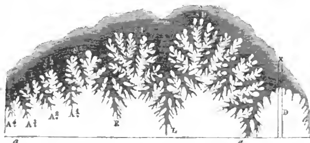
§. 621 Die Ammoniten mit äusserlich gezähnelten Kammerwänden bilden vom Muschelkalke bis zur Kreide eine ungemein lange Reihe von Arten, die oft bei ihrer Häufigkeit und der charakteristischen Form ihrer äusseren Verzierungen sehr bezeichnend sind. Die Ammoniten sind gleichförmig aufgerollte, gekammerte Schalen eines tintenfisch- oder nautilusartigen Thieres. Das Thier lebte in der äussersten Kammer der Schale, die meist ungemein gross im Verhältniss zu den übrigen Kammern ist. Diese letzteren waren hohl, mit Luft angefüllt und dienten so dem Thiere als Gegengewicht, gleichsam als Schwimmblase.

Eine durch diese Kammern durchgehende Röhre, der Sipho, diente nicht, wie man glaubte, als Vermittler zwischen den einzelnen Kammern nnd dem Thiere, wodurch letzteres die Luft in den Kammern willkürlich verdichten oder verdünnen konnte, sondern es war einfach eine Kalkröhre, die einen Sehnenstrang beherbergte, wodurch das Thier an die Schale befestigt war. Der Sipho der Ammoniten steht an dem äusseren Rande der Schale, welcher von den Windungen abgewandt ist. Man hat diese Seite, obwohl mit grossem Unrecht, den Rücken der Ammoniten genannt, da, nach der Beschaffenheit des jetzt noch lebenden Nautilus, gerade der Bauch nach aussen, der Rücken des Thieres aber nach innen gegen den Centralpunkt der Schale gewandt ist. Indess ist die Bezeichnung so in den Gebranch übergegangen, dass man fortfahren wird, den Sipho der Ammoniten dorsal zu nennen, obgleich derselbe eigentlich ventral ist.

Die Schalen der Ammoniten waren äusserst dünn, so dass meist nur die Steinkerne mit den Kammerwänden erhalten sind. Die Kammerabtheilungen sind gewellt, auf dem Rande meist blattförmig ausgezackt, nnd bilden mehre Ein- und Ausbiegungen, die man Sättel und Loben genannt hat. Die Loben sind die nach hinten gerichteten Einbiegungen, die Sättel die nach vorn hervorstehenden Ausbiegungen; jede Scheidewand hat wenigstens sechs Loben, vier seitliche, auf jeder Seite zwei, einen dorsalen und einen ventralen, welche durch Sättel von einander getrennt sind und zu welchen noch accessorische Loben und Sättel kommen können.

Die erste Kammer der Ammoniten ist meist nicht erhalten. Man hat indess an einigen Orten, namentlich in England, Ammoniten gefunden, wo der äusserste Rand der Schalenöffnung sich vollkommen intact zeigte, und wo man bald einen mittleren, schnabelartigen Vorsprung, bald seitliche, weit vorragende Lappen erblickte. Man erkennt

Fig. 424.

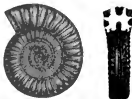


Die Hälfte einer Kammerscheidewand von *Ammonites Truellei* aus dem Bajocien, vorn entwickelt. *X* Sipho. *SD* Rückensattel. *SL* Seitensattel. S^1 bis S^4 Bauchsättel. *a* Rückenlobus. *L* Erster Seitenlobus. *E* Zweiter Seitenlobus. A^1 bis A^4 Bauchloben.

die Arten meist durch die Art der Einrollung, die mehr oder minder vollständig ist, durch die äusseren Verzierungen, die Form des Durchschnittes u. s. w. Die Gruppen, welche unter den Ammoniten aufgestellt worden sind, erleichtern sehr die Kenntniss der einzelnen Arten, und obgleich dieselben eigentlich auf keine wissenschaftliche Bedeutung Anspruch machen können, so erwähnen wir dennoch die Charaktere dieser Familie bei denjenigen Arten, die wir als charakteristische Leitmuscheln hier abbilden.

§. 625. Die Gruppe der Widder (*Arietes*) hat einen breiten gekielten Rücken, der indess bei einigen Arten fehlt, und gerade, starke, einfache Rippen, die in der Nähe des Kieles plötzlich mit einem Knoten aufhören. Lappen und Sättel sind paarig getheilt, der Rückenlappen so tief als breit, der Bauchlappen lang und schmal und die Seitensättel doppelt so hoch als der Rücken- und der Bauchsattel. Sie kommen alle in dem Lias vor, und der hier abgebildete *Ammonites Bucklandi*, Fig. 425, bildet den Typus dieser Familie.

Fig. 425.



Ammonites Bucklandi (bisulcatus).
Von der Seite und von vorn.
Aus dem unteren Lias.

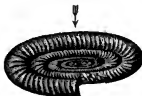
Die Gruppe der Falciferen hat eine stark zusammengedrückte Scheibe mit schmalem Rücken und scharfem, glattem, ungekerbtem,

Fig. 426.



Ammonites Nodotianus.
Aus dem unteren Lias.

Fig. 427.



Derselbe, platt gedrückt.

stark vorragendem Kiele, gegen welchen hin die Rippen sich sichelförmig krümmen, oft so bedeutend, dass sie zu beiden Seiten des Lippensaumes Ohren bilden. Die Mündung ist im Querschnitt einer Pfeilspitze ähnlich und der Kiel im Profil schnabelförmig verlängert. Sie

finden sich grösstentheils im Lias, gehen aber durch den ganzen Jura hindurch bis in den Korallenkalk vor.

Fig. 428.



Ammonites bifrons.
Aus dem Toarcien.

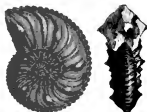
Fig. 429.



Ammonites striatulus.
Aus dem unteren Oolith.

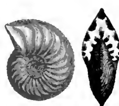
Die Gruppe der Amaltheen hat einen scharf abgesetzten, knotigen oder gekerbten Rücken, in dessen Knoten die meist geraden Rippen, welche oft Stacheln und Höcker haben, sich fortsetzen. Der Kiel verlängert sich schnabelförmig am Rücken. Die Umgänge sind stark und schliessend; alle Lappen und Sättel mehrfach unpaarig getheilt und die Nähte mit Hülfslappen versehen. Die Familie reicht vom Lias bis in die Kreide.

Fig. 430.



Ammonites margaritatus.
Aus dem mittleren Lias.

Fig. 431.



Ammonites cordatus.
Aus dem Oxfordmergel.

In der Gruppe der Armaten sind die Rippen gewöhnlich mit zwei Reihen von Stacheln geziert, so dass die Mündung der Schale eine vierseitige Gestalt erhält. Der linke und rechte Seitenlappen sind eben so lang als der Bauch- und Rückenlappen, und doppelt so lang als die übrigen.

In der Gruppe der **Coronaten** ist der Rücken breit, flach, ungekielt, die Seiten schmal, mit Rippen bedeckt, welche auf der Kante zwischen Seiten und Rücken einen spitzen Knoten bilden und quer über den Rücken hin sich in mehre Aeste theilen, welche auf dem Rücken sich vereinigen. Der Nabel ist sehr tief, die Lappen unpaarig, die Sättel paarig getheilt. Mit Ausnahme einiger weniger Species, die sich im Lias finden, kommen alle übrigen Formen in den mittleren und höheren Schichten des Jura vor.

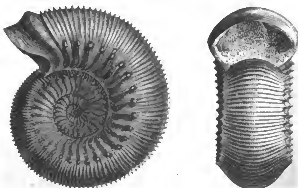
Fig. 432.



Ammonites catena.
Aus dem Lias.

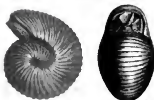
Die Gruppe der **Macrocephalen**, welche im Jura wie in der Kreide repräsentirt ist, unterscheidet sich von der vorigen durch noch schnellere Zunahme in der Dicke, wodurch ihre Oeffnung fast eine quer ovale Gestalt erhält. Der Rücken ist ungekielt, breit, die Seiten sehr schmal, der Nabel sehr tief, und die Rippen laufen, wie bei den vorigen, von Knoten oder Stacheln aus, die aber hier ganz dicht um den Nabel herum stehen. Der Bauchlappen ist sehr gross und hat zwei

Fig. 433.



Ammonites Humphresianus. Aus dem Bajocien.

Fig. 434.

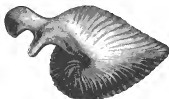


Ammonites bullatus.
Aus der Bathgruppe.

grosse abstehende Flügel. Manche Arten zeichnen sich noch dadurch aus, dass ihre Windung nicht immer dieselbe bleibt, sondern nach vorn eine mehr gerade Linie bildet.

Die Gruppe der Dentaten hat einen schmalen, ungekielten, flachen oder vertieften Rücken, der mit einer rechtwinkeligen gezähnten Kante an die grossen, fast parallelen Seitenflächen anstösst. Die Rippen sind sehr fein, oft gegabelt, mit Knötchen versehen, die Mündung quer und

Fig. 435.



Ammonites refractus.
Aus dem unteren Oxford.

Fig. 436.

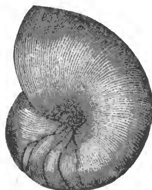


Ammonites Jason.
Aus dem unteren Oxford.

beiderseits gehört, die Zähne auf der Verbindungskante zwischen Rücken und Seite oft von den Rippen unabhängig. Die Familie kommt von dem mittleren Jura bis in die Kreide vor.

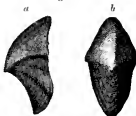
Die Nautilen, Fig. 437 und 438, deren schon früher Erwähnung gethan wurde, kommen in den jurassischen Schichten mit mannigfachen Arten vor, deren einige durch ihre grosse Verbreitung und ausgezeichneten äusseren Charaktere als Leitmuscheln gelten können. Ausser den Schalen selbst findet man sowohl im Jura, als auch im Muschelkalke viele versteinerte Schnäbel dieser Cephalopoden, welche denen der lebenden ziemlich ähnlich und unter den Namen *Rhyncholithes* und §. 626.

Fig. 437.



Nautilus lineatus.
Aus dem unteren Oolith.

Fig. 438.



Rhyncholithes.
a Der Schnabel von der Seite.
b Derselbe von vorn.

Conchorhynchus bekannt sind. Diese Schnäbel haben im Allgemeinen die Form von Papageien- oder Schildkrötenschnäbeln.

§. 627. Zu den merkwürdigsten Versteinerungen gehören die Belemniten, Fig. 439 bis 443, welche vom Lias bis zur Kreide in grosser Menge

Fig. 439.

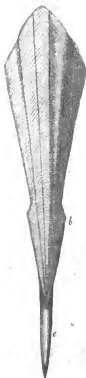


Fig. 440.



Ansichten eines vollständigen Belemnitenknochens. *a* Hornblatt. *b* Alveole. *c* Körper. Nach Fragmenten restaurirt.

Fig. 441.



Belemnites paxillosus.
Aus dem Lias. *a* Querdurchschnitt an der Spitze gemacht.

Fig. 442.



Belemnites giganteus.
Aus d. unteren Oolith.

Fig. 443.



Belemnites hastatus.
Aus d. Oxfordmergel mit einem Theile der Alveole.

vorkommen und namentlich im Lias oft ganze Lager bilden. Meist bilden sie cylindrische oder platte Körper, an der einen Seite zugespitzt oder lanzenartig geschärft, an der anderen mit einer conischen, mehr oder minder langen Höhle. Der Belemnit ist meist an dieser Seite zerbrochen, und es hat lange Untersuchungen und Beseitigung vieler Irrthümer gekostet, bis man auf richtige Ansichten gekommen war. Ein vollständiger Belemnit ist aus drei Stücken zusammengesetzt, von

denen man aber meist nur das untere, den Schnabel oder Körper, erhalten findet, das, wie schon bemerkt, meist cylindrisch und solid ist. Das obere Ende des Körpers (*c*), Fig. 440 und 441, bildet eine conische becherförmige Höhle, in welcher die Alveole oder der Phragmoconus (*b*) steckt; eine wahre gekammerte Schale mit Luftkammern, die wie Uhrgläser auf einander geschichtet sind, und durch welche ein Sipho hindurchgeht, der an der Seitenwand der Alveole anliegt. Der hintere Theil der Alveole endlich setzt sich in ein blattartiges Gebilde fort, das wahrscheinlich, wie bei den Calmaren, hornartig war und deshalb das Hornblatt genannt wird. Das Hornblatt (*a*) ist nur sehr selten erhalten; die Alveole meist von dem Körper oder Schnabel getrennt und dieser noch ausserdem meist oben zerbrochen. Man hat eine grosse Anzahl von Arten unterschieden, die aber in neuester Zeit sehr vermindert und als zufällige oder Altersvarietäten erkannt worden sind.

Ueber das Thier der Belemniten kann man nur unsichere Vermuthungen aufstellen, da es jetzt nachgewiesen ist, dass diejenigen Thiere, deren Abdrücke man in England gefunden hatte und die man für Thiere der Belemniten hielt, diesen nicht angehörten, und dass namentlich den Belemniten ganz sicher ein Tintensack abging, welchen jene Abdrücke in ausgezeichneter Weise besitzen.

In verschiedenen Schichten des Jura, wie namentlich im Lias sowie in den Solenhofener und Stonesfielder Schiefern, hat man Abdrücke von Kopffüsslern entdeckt, welche theils den eigentlichen Sepien, theils der Gattung *Loligo* nahe stehen. Diejenigen, welche man früher für die Thiere der Belemniten hielt, haben den Namen *Belemnoteuthis* erhalten. §. 628.

Fig. 444.



Belemnoteuthis subcostata.
Aus dem Toarcien.

Das Thier war schlank, langgestreckt, hatte einen rundlichen Kopf mit zwei grossen Augen, acht kurzen und zwei langen Armen, die mit zwei Reihen stark gekrümmter Haken statt Saugnäpfen besetzt waren, und so der jetzt lebenden Gattung *Onychoteuthis* sich anschlossen. An dem hinteren Ende des Körpers war eine breite, halb ovale Schwimmflosse angebracht und im Inneren des Körpers stak ein stumpf kegelförmiger, dem Kammerkegel eines Belemniten ähnlicher hornigkalkiger Körper, der innen gekammert scheint und über welchem ein Tintensack deutlich erhalten ist. Den eigentlichen Loligoarten noch näher stehen Thiere mit acht kurzen und zwei langen Armen, die lange, hornige, meist schwertförmige oder federförmige Schulpenblätter im Inneren tragen, welche gewöhnlich in ein dütenförmiges Ende auslaufen. Man hat auch aus dieser Gruppe mehrere Gattungen, von welcher wir hier eine abbilden, Fig. 444,

die sich durch ihre hornige, längliche, vorn zugespitzte Schulpe auszeichnet, welche nach hinten sich erweitert und zwei seitliche Flügel zeigt, deren Federstreifung nur schwach gekrümmt ist.

§. 629. Ueberreste von Würmern (*Annelida*) finden sich meist nur dann erhalten, wenn die Würmer kalkige oder hornige Röhren bewohnten, also zu der Unterordnung der Tubicolen gehörten. Die Gattung *Serpula*, Fig. 445, findet sich häufig fast in allen Schichten vom devonischen

Fig. 445.



Serpula flagellum. Von Solenhofen.

Systeme an. Ihre Röhren sind kalkig, fest, zum grossen Theile oder ganz angeklebt; sie nehmen stets bis zur vorderen Oeffnung an Grösse zu.

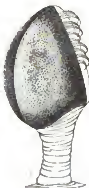
§. 630. Zu den noch immer räthselhaften Versteinerungen gehört die Gattung *Aptychus*, Fig. 446 bis 448, deren älteste Repräsentanten man schon in der Kohlenzeit findet, die aber im Jura besonders häufig auftritt und von den Arbeitern in Solenhofen mit dem Namen der ver-

Fig. 446.



Schalenhälfte von *Aptychus sublaevis*. Aus den Solenhofener Schiefern.

Fig. 447.



Restauration des Thieres als Rankenfüsser.

Fig. 448.



Aptychus latus. Aus dem Kimmeridgethon.

steinerten Ochsenklauen bezeichnet wird. Es bestehen diese Reste aus zwei gleichen, dreieckigen, hornartigen Stücken, die gewöhnlich so neben einander liegen, dass beide Stücke sich mit ihrem geraden Rande entsprechen. Auf der Aussenseite tragen diese Schalen eine dicke Kalkschicht, die zellig erscheint und auf der Hornschicht aufruht. Gewöhnlich zeigen sich auch feine Anwachsstreifen oder selbst Lamellen, die über einander liegen und der grössten wellenförmig gebogenen Seite entsprechen. Der Mangel eines Schlosses, eines Muskeleindruckes, einer Mantellinie zeigt, dass diese Schalen keine Muscheln sein können. Da man sie gewöhnlich auf oder in Wohnkammern von Ammoniten findet und zwar oft in einer bestimmten Lage, so glaubte man sie für innere Theile oder für Deckel von Ammoniten ansehen zu müssen, wogegen indessen der Umstand spricht, dass man oft in sehr verschiedenen Ammonitenarten dieselbe Art von *Aptychus* findet. D'Orbigny hat in der letzten Zeit wahrscheinlich zu machen gesucht, dass diese Schalen jener parasitischen festsitzenden Ordnung von Krustenthieren angehören, die wir unter dem Namen der Rankenfüsser (Cirrhipedien) bezeichnen, und dass sie namentlich der Gattung *Anatifa* nahe stehen, in welcher das Thier eine dreieckige, mantelähnliche Schale hat, die auf einem fleischig musculösen Stiele aufsitzt, aber aus fünf Stücken besteht, während die Schale der Aptychus nur aus zwei symmetrischen Stücken zusammengesetzt gewesen wäre. Die Anatifen setzen sich in der That mit besonderer Vorliebe an schwimmende Körper, wie z. B. Schiffe, Treibhölzer und schwimmende Schalen an, und es wäre daraus zu erklären, dass man die Schalen der ihnen verwandten Aptychen besonders häufig in oder an Ammoniten findet. Pictet hat sich derselben Meinung angeschlossen.

Die sehr kleinen Schalen der Cypriden (die natürliche Grösse ist auf den nebenstehenden Figuren stets zwischen den Ansichten von der Seite und von Unten angegeben), Fig. 449 bis 453, sind besonders charakteristisch für die Süsswasserschichten des Wäldergebirges, Purbeck und Wälderthon. Die Thiere, die noch jetzt in allen Tümpeln vorkommen, haben bekanntlich nur ein mittleres Auge und zwei Paar Füsse. Die Schalen zeigen ein Schloss. §. 631.

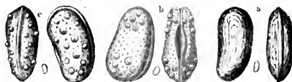
Fig. 449.



Cypris. a Purbeckensis, b punctata.

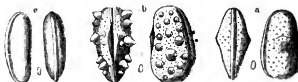
§. 632. Unter den eigentlichen Crustaceen zeichnen sich in den jurassischen Gebilden namentlich die langschwänzigen Krebse durch zahl-

Fig. 450.



Cypris. a striatopunctata, b fasciculata, c granulata.

Fig. 451.



Cypris. a gibbosa, b tuberculata, c leguminella.
Alle aus dem Purbeckkalke.

Fig. 452.



Cypris spinigera.

Fig. 453.



Cypris Valdensis.

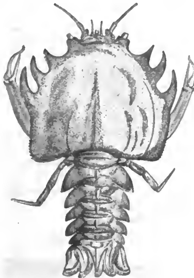
Aus dem Wälderthon.

reiche Vertreter aus. Wir bilden hier die Gattung *Eryon* ab, Fig. 454, welche durch ihre breite, flache Kopfbrust viele Aehnlichkeit mit den Bärenkrebsen (*Scyllarus*) besitzt, aber durch ihre langgestielten, kurzen äusseren Fühler, die kurzen vielgliedrigen inneren Fühler, die langen schlanken Scheeren des ersten Fusspaares den eigentlichen Hummerkrebsen (*Astacida*) sich anschliesst.

§. 633. An Insecten war die jurassische Fauna schon ziemlich reich. Besonders vortrefflich erhalten sind ihre Ueberreste in dem Lias der Schambelen bei Möllingen im Canton Aargau in der Schweiz und in den Schiefern von Solenhofen. Aus letzteren bilden wir eine wohlerhaltene Libelle ab, Fig. 455; was die ersteren betrifft, so stellt sich nach

den Untersuchungen Heer's in Zürich etwa folgendes Gesammtbild heraus. Die ganze Insectenfauna weist auf ein tropisches Klima hin: Käfer, und unter diesen die Familie der Buprestiden, die hauptsächlich in tropischen Gegenden leben, bilden die Hauptzahl der beobachteten Insecten, und zwar schliessen sich die beobachteten Formen am nächsten an Arten aus Brasilien und Madagascar an. Die Holzkäfer machen die Hälfte der Arten aus; dann kommen Schnellkäfer (*Elateriden*), Pilzkäfer, Mooskäfer (*Byrrhiden*), Blattkäfer (*Chrysomeliden*) — ein kleines Dungkäferchen (*Aphodiites*); Laufkäfer (*Carabiden*) und Wasserkäfer. Von Geradflüglern gab es Schaben, Libellen, Heuschrecken und eine dem Ohrwurm ähnliche Gattung; von Neuropteren Termiten; von Schnabelinsecten Baumwanzen und Cicaden. Fliegen, Schmetterlinge und Bienen, die durch ihr Leben mehr auf Blüthenpflanzen hingewiesen werden, sind bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Fig. 454.



Eryon arctiformis.
Aus den Solenhofener Schiefern.

Fig. 455.



Libelle von Solenhofen.

Die jurassischen Gebilde stellen sich in Hinsicht ihrer Fische als ein durchaus neuer Abschnitt in der Geschichte der Erde dar, indem §. 634.

von nun an die Formen mit ungleichlappiger Schwanzflosse (Heterocerken), welche wir unter den paläozoischen Formen zuerst und allein herrschend erblickten, mehr und mehr zurücksinken und den gewöhnlichen Gestalten mit gleichlappiger Schwanzflosse (Homocerken) Platz machen. Im Uebrigen finden sich indess, mit geringer Ausnahme, wie unter den paläozoischen Fischen, nur Ganoiden mit Schmelzschuppen oder Placoiden, d. h. Knorpelfische, von welchen meist nur Zähne und Rückenstacheln erhalten sind.

Unter den Cestracionten der jurassischen Gebilde zeichnen sich namentlich die *Strophodus*-Arten aus, Fig. 456, längliche Zähne an beiden Enden abgestutzt, in der Mitte erhaben, deren Längsaxe etwas gedreht ist, so dass das Volk sie oft mit versteinerten Blutegeln vergleicht. Die Oberfläche dieser Zähne ist gefaltet und gestreift, meist selbst gegittert; die Wurzel breit, platt und schwammig.

Der jetzt lebenden Gattung *Cestracion* war vielleicht am ähnlichsten unter den ausgestorbenen Fischgeschlechtern die Gattung *Acrodus*, Fig. 457, deren Zähne sich vom Kupferschiefer bis in die Kreide in

Fig. 456.



Strophodus longidens.
Aus dem unteren Oolith.
(*Calcaire de Caën* in der Normandie.)

Fig. 457.



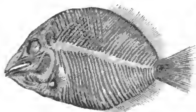
Acrodus nobilis.
Aus dem mittleren Lias.

zahlreichen Arten finden. Die Wurzel dieser Zähne ist vierseitig, schwammig; die Krone abgerundet, mitten erweitert und mit wolligen Schmelzfalten bedeckt, die vom höchsten Punkte oder von einer die Krone halbirenden Längsfalte aus nach allen Seiten hin strahlen.

§. 635. Die Ganoiden treten mit äusserst mannigfaltigen und charakteristischen Formen auf. Die Pycnodonten, deren wir schon früher erwähnten, zeigen hier mehre Geschlechter, unter welchen das Geschlecht *Pycnodus*, Fig. 458 und 459, selbst das zahlreichste ist. Es sind kurze, hohe Fische mit sehr schnell abfallendem Kopfprofil, hochliegenden Augen und ziemlich weitem Maule. Das Skelet ist sehr stark; die Wirbelfortsätze namentlich sehr bedeutend und im Nacken noch durch eigenthümliche, schiefe Knochenstacheln verstärkt. Die Flossen sind niedrig, aber ziemlich lang; Rücken- und Afterflosse überziehen die

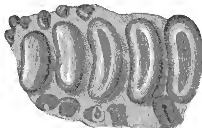
ganze hintere Hälfte des Körpers; die Schwanzflosse ist fächerförmig, gleichlappig. Die Brustflossen sind sehr klein; Bauchflossen fehlen.

Fig. 458.



Pycnodus rhombus.
Abdruck des ganzen Fisches.
Torre d'Orlando.

Fig. 459.

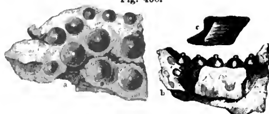


Pycnodus gigas.
Kinnladenstück aus dem Portlandkalke.

Die Schuppen sind ziemlich dünn, länglich-rhomboidal und in schiefen Reihen über dem Körper geordnet. Die Zähne dieses Geschlechtes sind breit, flach und meist ziemlich abgenutzt; sie haben meist eine bohnenförmige Gestalt; besonders diejenigen in der Mitte der Kiefer. Die Seitenzähne sind kleiner, rundlich; die vorderen Schneidezähne meisselförmig. Im compacten Portlandkalke namentlich sind diese, meist zerstreut vorkommenden Zähne bei dem Mangel anderer Fossilien vortreffliche Wegweiser.

Zu den Lepidoiden mit homocerker Schwanzflosse und eckigen Schuppen gehört die aus grossen Fischen bestehende Gattung *Lepidotus*, Fig. 460, die den Karpfen in der Körperform nahe stand und wie diese, §. 636.

Fig. 460.

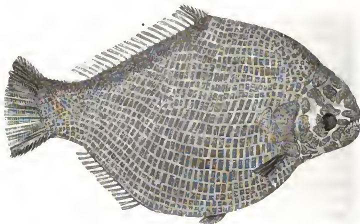


Lepidotus Mantellii. Aus dem Hastingsstande.
a Kieferstück. *b* Von der Seite. c Einzelne Schuppe.

vorn in der Rücken- und Afterflosse dicke Strahlen hatte. Das Maul ist klein, wenig gespalten, die Zähne stumpf, meist unter der Krone etwas eingeschnürt. Bei der hier abgebildeten Art stand mitten auf der Krone noch ein kleines Knötchen.

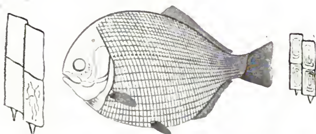
Zu derselben Familie gehören noch die im Lias besonders häufig vorkommenden Geschlechter *Dapedius*, Fig. 461, *Tetragonolepis*, Fig. 462.

Fig. 461.



Dapedius punctatus. Aus dem Lias.

Fig. 462.



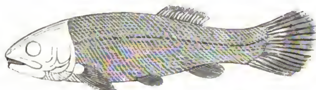
Restauration von *Tetragonolepis.* Aus den mittleren Liasschiefern. Daneben einige Schuppen.

Die beiden Geschlechter unterscheiden sich nur durch ihre Zähne, welche bei *Dapedius* ausgeschweift und zweispitzig, bei *Tetragonolepis* einspitzig scharf sind. Im Uebrigen haben diese Fische einen platten, hohen, kurzen Körper, kleinen Kopf mit kleiner Mundspalte; unbedeutende, kurze Flossen; die Bauchflossen stehen in der Mitte des Bauches, Rücken- und Afterflosse einander gegenüber; die Schwanzflosse ist gleichlappig. Die Schuppen sind rhomboidal, dick, mit dicker, glänzender Schmelzlage bedeckt und durch knöcherne Gelenkzapfen zusammengehalten.

In den jurassischen Schichten finden sich viele Fische, welche den rundschuppigen Ganoiden zugezählt werden und die durch ihre Beschuppung wie durch ihre Charaktere sich den gewöhnlichen Knochenfischen am nächsten anreihen. Alle diese Fische, welche grösstentheils der Familie der Kahlhechte (*Amida*) angehören, haben glatte, runde, dachziegelförmig übereinanderliegende Schuppen, die deutliche, concentrische Linien zeigen, aber, wie es scheint, noch mit einer Schmelzlage überzogen sind. Die Gattungen *Leptolepis* und *Thrissops*, die dieser Familie angehören und kleine zierliche Fischchen sind, scheinen in den jurassischen Gewässern etwa die Rolle unserer jetzigen Weissfische gespielt zu haben; andere Gattungen waren mehr räuberisch. §. 637.

Die *Megalurus*-Arten haben eine sehr grosse, abgerundete Schwanzflosse, eine ziemlich gedrungene, kräftige Gestalt; ziemlich hohe Rückenflosse und grosse Brustflossen. Der Kopf ist kurz, die Mundspalte nicht sehr gross, aber mit dicken, conischen Zähnen bewaffnet. Die Schuppen sind gross und hinten abgerundet, so dass sie in ihrer Gestalt einigermaassen den Schuppen der Karpfen gleichen.

Fig. 463.



Restauration von *Megalurus*.
Aus den oberen Juraschichten von Solenhofen und Kehlheim.

In den jurassischen Schichten treten zum ersten Male Fische mit schnabelförmig verlängerter Schnauze auf, die meist zu den Rhombenschuppern gehören. Die *Aspidorhynchus* gehören zu dieser Gruppe: sie sind lang, schmal, cylindrisch; der Oberkiefer erstreckt sich schna- §. 638.

Fig. 464.



Restauration von *Aspidorhynchus*.

belförmig weit über den Unterkiefer hervor, wie bei dem Schwertfische. Beide Kinnladen sind mit spitzen, conischen, ungleichen Zähnen besetzt. Die Schuppen sind höher als lang, meist mehr als doppelt so hoch in der Nähe der Seitenlinien. Die Rücken- und Afterflosse, einander ent-

gegengesetzt, liegen sehr weit nach hinten, wie beim Hecht. Die Schwanzflosse ist halbmondförmig. Man findet Aspidorhynchen in Solenhofen, sowie in der Kreide.

§. 639. Die Reptilien der jurassischen Gebilde sind namentlich durch die Familie der Enaliosaurier oder Seeeidechsen ausgezeichnet, welche zwei besonders charakteristische Geschlechter einschliesst, die Ichthyosauren und die Plesiosauren, deren Charaktere so sehr von denjenigen der übrigen Saurier abweichen, dass sie, bei ihrer abenteuerlichen Form und bedeutenden Grösse, fast überall durch Zeichnung und Beschreibung bekannt sind. Die Enaliosaurier im Allgemeinen haben biconcave Wirbel, durchaus wie Fischwirbel gebildet; vier Ruderfüsse, deren handartige Verlängerung aus einzelnen rundlichen Knochenstücken zusammengesetzt ist und ein plattes Ganze bildet, ohne Krallen und ohne Fingerabtheilungen; spitze, kegelförmige Zähne, welche in einer langen, vertieften Rinne längs der Kiefer stehen, ausserdem aber noch in eigenen Zahnhöhlen sitzen, wie die Zähne der Crocodile, und wo die Ersatzzähne ebenfalls in die Höhle des alten Zahnes durchbrechen. Der Kopf hat in seiner Zusammensetzung grosse Aehnlichkeit mit der Structur des Crocodilkopfes, während die flossenförmigen Ruderfüsse sonst nirgends bei den Reptilien vorkommen und die doppelt ausgehöhlten Wirbel eine unverkennbare Fischähnlichkeit bedingen.

Die Ichthyosauren, Fig. 465 bis 468, erreichten bis vierzig Fuss Länge; sie hatten einen dicken Hinterkopf mit langer, spitzer Schnauze, in welcher 120 bis 160 spitze, kegelförmige, längsgestreifte Zähne stehen, welche beim Schliessen des Mundes in einander greifen. Die Augenhöhlen sind ungeheuer gross, kreisförmig, und in ihnen findet sich meist ein becherförmiger Knochenring, aus mehren einzelnen Stücken zusammengesetzt, der eine mittlere, runde Oeffnung lässt und offenbar in der weissen Augenhaut, der Sclerotica, eingebettet lag, wie dies auch jetzt noch namentlich bei Vögeln und Schildkröten der Fall ist. Die osteologischen Eigenthümlichkeiten des Kopfes stehen zwischen Leguanen und Crocodilen in der Mitte. Der Hals ist äusserst kurz, gerade gestreckt und aus etwa fünf bis zehn Wirbeln zusammengesetzt. Der rippentragenden Rückenwirbel sind gegen vierzig; man hat deren bis zu neun Zoll Durchmesser gefunden. Alle Wirbel trennen sich leicht von den einzelnen Fortsätzen, welche auf ihnen ruhen, und erscheinen dann wie Dambrettsteine, die auf beiden Seiten vertieft sind. Die Rippen umfassen den ganzen Leib und vereinigen sich in einem Tförmigen Brustbeine. Die vorderen Flossenfüsse mit dem Schulterapparat sind stärker als die hinteren mit dem Becken. Der Schwanz ist verhältnissmässig kurz für ein eidechsenartiges Thier; meist nicht ganz so lang als der Rumpf. Die Flossen waren wohl ohne Zweifel mit eckigen Knochen oder Hornplatten bedeckt, der übrige Körper nackt.

Diese Thiere hatten, wie viele der jetzt lebenden Fische, eine Spiralklappe im Darm, wodurch ihre Excremente eine gewundene,

Fig. 465.



Das ganze Skelet von *Ichthyosaurus communis*. Aus dem Lias.

Fig. 468.



Ein Zahn des *Ichthyosaurus platyodon* in natürlicher Grösse.

Fig. 466.



Der Kopf von der Seite.

Fig. 467.



Der Kopf von oben.

schneckenförmige Gestalt erhielten. Man hat diese, unter dem Namen der **Coprolithen** bekannten fossilen Excremente häufig in der Bauchhöhle verschiedener Ichthyosauren gefunden, und aus den darin eingebackenen Knochenschuppen von Fischen, die mit ihnen vorkommen, schliessen müssen, dass sie sich von Fischen besonders nährten und ohne Zweifel, nach ihrer Organisation zu schliessen, ungemein gefrässig waren. Mit Sicherheit kennt man Ichthyosauren nur aus dem Lias; die Angaben aus anderen Formationen beruhen auf einzelnen Zähnen und Knochenstücken, die meist verwechselt wurden.

Wenn möglich noch abenteuerlichere Formen zeigen die **Plesiosauren**, Fig. 469 und 470 a. f. S., welche in allen allgemeinen Charakteren mit den Ichthyosauren übereinstimmen, allein von ihnen namentlich durch grosse Länge und Biegsamkeit des Halses abweichen, der in der §. 640.

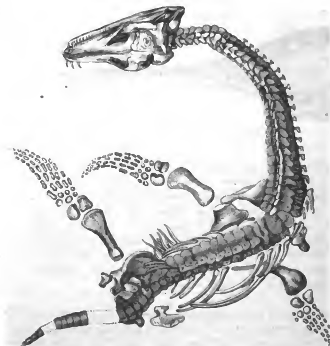
langhalsigen Art fast der vorderen Hälfte einer Schlange gleicht. Der Kopf ist klein, die vorn zusammengewachsenen Kiefer mit feingestreif-

Fig. 469.



Restauration von *Plesiosaurus dolichodeirus*. Lias.

Fig. 470.



Ein fast vollständiges Skelet von *Plesiosaurus macrocephalus*.

ten Kegelzähnen besetzt, die namentlich im Unterkiefer länger werden und als Fangzähne anzusehen sind; die Ruderfüsse sind länger als bei *Ichthyosaurus*, der Schwanz kurz und stielförmig. Das Thier schwamm wahrscheinlich wie ein Schwan mit Sförmig gebogenem Halse und lebte von Fischen, wie die Ichthyosauren, mit welchen die Skelete zusammen vorkommen.

Den Enaliosauriern in Hinsicht der Bezahnung nahe verwandt, aber in anderen Beziehungen sehr von ihnen verschieden, erscheinen die Pterodactylen, Fig. 471 und 472 a. f. S., deren Natur noch keineswegs §. 641.

Fig. 471.



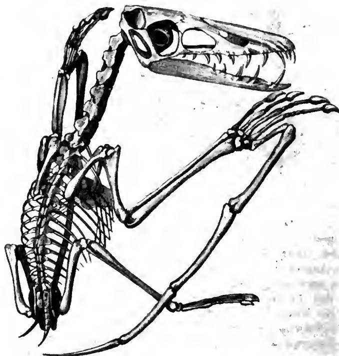
Restauration von *Pterodactylus crassirostris*.
Die schwarzen Flächen deuten die Erstreckung der weichen Theile an.

so festgestellt scheint, als sie verdiente, die aber jedenfalls eine Familie für sich ausmachen. Der Kopf dieser Reptilien ist sehr gross, mit weiten Augenhöhlen und ungegliedertem Augenringe, der Rachen mit langen, spitzen, pfriemenförmigen Zähnen besetzt, die in Zahnhöhlen sitzen und die Ersatzzähne in ihrer Höhle bergen, der Hals ist lang, stark, der Rumpf kurz, schwach und nach hinten in einen sehr kurzen, dünnen Schwanz endigend. Der Schulterapparat ist sehr stark, aus einem langen, säbelförmigen Schulterblatt und einem dünnen Hakenschlüsselbein zusammengesetzt, ohne Gabelbein, der Oberarm kurz und ziemlich dick, die Unterarmknochen mehr als doppelt so lang. An diesen sitzt nun auf einigen kleinen Mittelhandknochen die merkwürdigste Hand im ganzen Thierreiche; innen vier dünne Krallenfinger, an welche sich nach aussen ein ungeheuer langer, starker, säbelförmiger Finger anschliesst, aus vier langen Gliedern gebildet. Dieser Fin-

ger für sich ist etwa so lang, wie Hals und Rumpf zusammengenommen. Die Hinterfüsse sind schwach, mit Krallenfingern versehen, lang und an einem schwachen, kleinen Becken befestigt.

Man hat in dieser Familie mehre Gattungen unterschieden. Indem man den Namen *Pterodactylus* nur für diejenigen Arten beibehielt, welche bis an das vordere Ende bezahnte Kiefer, kurzen, beweglichen, gegliederten Schwanz und einen viergliedrigen grossen Finger besassen, nannte man die Arten mit viergliederigem Finger, deren Kiefer in eine zahnlose, mit einem hornigen Schnabel bekleidete Spitze auslaufen und die zugleich einen langen, steifen, stielartigen Schwanz besitzen, *Rhamphorhynchus*. Alle waren kleine Thiere, von der Grösse eines Sperlings bis zu der einer Schnepfe.

Fig. 472.



Pterodactylus crassirostris. Restauration eines fast vollständigen Skeletes aus den Pappenheimer lithographischen Schiefern.

Die allgemeine Meinung der Naturforscher, die früher zwischen Säugethier, Vogel und Reptil schwankte, ist jetzt definitiv da-

hin festgestellt, dass die Pterodactylen fliegende Reptilien gewesen seien.

In den jurassischen Gebilden, vom Lias an aufwärts, finden sich eine grosse Menge crocodilartiger Reptilien, von denen einige den ächten Crocodilen gleichen, die meisten aber durch ihre ungemein lange, gestreckte Schnauze und die gekrümmten Hakenzähne den Crocodilen des Ganges, den Gavialen, sich anschliessen. Indess unterscheiden sich diese Teleosaurier durch mehre Charaktere von den Gavialen, mit denen sie namentlich in der Form des Kopfes und der Kiefer übereinkommen. Sie haben fischähnliche Wirbel, entweder mit doppelt ausgehöhlten Gelenkflächen, oder mit einer ebenen und einer hohlen Fläche, während die ächten Gaviale Wirbel mit Gelenkköpfen und Gelenkpfannen haben. Ihre Hautbedeckung bestand aus sehr dicken, knochenartigen Platten, der Schwanz war seitlich zusammengedrückt und offenbar ein sehr mächtiges Ruderorgan. Die Lage der Gaumen-Nasenöffnungen lag bedeutend mehr nach vorn, als bei den Gavialen. Man hat unter diesen Teleosauriern nicht nur eine Menge Arten, sondern auch fast ebenso viele Geschlechter als Arten unterschieden, die wahrscheinlich durch genauere und häufigere Vergleichung wieder zum grössten Theile eingehen dürften. Die Mystriosauren unterscheiden sich vom eigentlichen Teleosaurus durch weit zahlreichere Zähne, schmaleren Schädel und ganz nach oben gerichtete Augenhöhlen. §. 642.

Fig. 473.



Mystriosaurus Tiedemanni. Aus dem Lias.

Die Wälderformation birgt ausser vielen Schildkrötenresten, deren übrigens auch in den anderen jurassischen Formationen vorkommen, auch die Knochen und Zähne mehrer gigantischer Eidechsen, welche eine Länge von 30 bis 40 Fuss erreichten und durch die Structur ihrer kurzen, starken Füsse, ihrer Wirbelsäule und ihrer Knochen sich als Landbewohner zu erkennen geben. Die Zähne dieser Eidechsen stehen in getrennten Alveolen auf besonderen Sockeln; die Knochen haben eine feste äussere Lage und eine innere Markhöhle, wie bei den Säugethieren, denen auch das Becken dieser Grossechsen (*Dinosauria*) gleicht. Hierher gehören namentlich der Megalosaurus mit grossen, hakenförmigen, plattgedrückten und zweischneidigen Zähnen, deren Ränder scharf gezähnelt sind, und die Iguanodonten, bei deren Zähnen, Fig. 474 a. f. S., auf einer schmalen Wurzel, die innerlich mit dem Kiefer §. 643.

verwachsen ist, eine breite, platte, unregelmässige Krone aufsitzt, deren zweischneidige Ränder gezähnelt sind, während die Zähne selbst

Fig. 474.



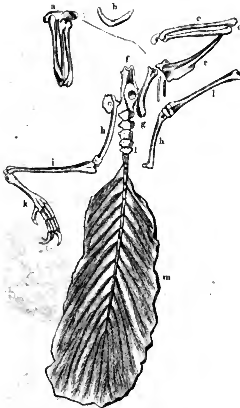
Zahn von *Iguanodon Mantelli.*

sich in der Fläche gefältelt zeigen. Der Zahnschmelz findet sich nur auf der äusseren Seite der Zähne dieser furchtbaren Eidechse, die wohl mehr als 40 Fuss Länge erreichte. Auch bei der Abnutzung erhielt sich demnach die Schneide der Zähne vollkommen, und es ist deshalb, sowie bei der grossen Aehnlichkeit der Zähne mit denjenigen des Leguans, der sich von Blättern nährt, wahrscheinlich, dass das Thier ebenfalls pflanzenfressend war.

§. 644. Ausser einer schon seit 1861 bekannten Feder fand man eine Platte des lithographischen Schiefers von Solenhofen, welche sich jetzt im Museum in London befindet und welche die hier abgebildeten Reste eines Vogels erhalten zeigt. Flügelknochen, Federn, Becken, Füsse und Schwanzwirbelsäule sind erhalten; das Uebrige fehlt. Das Auffallende bei dieser Versteinerung ist die Bildung der in Zahl und Gestalt sonst bei den Vögeln so constanten Schwanzwirbelsäule, die aus etwa zwanzig stets dünner werdenden Wirbeln besteht, an welchen zu beiden Seiten Federn eingepflanzt sind. Diese Bildung gegenüber der gewöhnlichen, wo der Schwanz nur aus sieben Wirbeln besteht, deren letzter eine zungenförmige aufgerichtete Platte vorstellt, an welcher die Schwanzfedern aufgesetzt sind, ist so auffallend, dass man die Platte sogar für ein Kunstproduct hat ausgeben wollen. Es stellt dies indessen einen bleibenden Embryonalzustand dar — der junge Strauss hat achtzehn bis zwanzig Wirbel, der erwachsene neun im Schwanze. Im Uebri-

gen war der jurassische Vogel offenbar ein ganz guter Flieger, dessen Fussbildung sich derjenigen der Hühnervögel nähert.

Fig. 475.



Archaeopteryx macrurus. Aus den Schiefern von Solenhofen.

a Knochen des einen Flügels, zusammengelegt. *b* Gabelknochen. *c* Elle. *d* Speiche. *e* Oberarm des anderen Flügels. *f* Beckenknochen mit dem Hüftgelenk. *g* Schulterknochen. *h* Oberschenkel. *i* Unterschenkel. *k* Fuss. *l* Schwanzwirbel. *m* Federn des Schwanzes.

Zu den merkwürdigsten Fossilien des Jurakalkes gehören die berühmten Säugethiere von Stonesfield, von welchen bis jetzt nur die Kiefer bekannt sind. Die Gegenwart von Säugethieren in jurassischen Schichten war allerdings äusserst auffallend, und man suchte alle möglichen Ausflüchte, indem man einerseits diese Kiefer Reptilien und nicht Säugethieren zuschreiben wollte, oder andererseits die Schiefer von §. 645.

Stonesfield den tertiären Schichten beigesellen zu können glaubte. Beide Ansichten sind zur Genüge widerlegt, und die verschiedenen Kiefer, die man gefunden, unter zwei Geschlechtern in drei Arten getheilt worden. Aus der Aehnlichkeit des Zahnbaues mit einigen Beutelthieren hat man geschlossen, dass diese ersten Säugethiere ebenfalls Beutelthiere gewesen seien, und zwar den fleischfressenden Beutelthieren angehört haben. Owen unterscheidet zwei Geschlechter, von welchen das eine, *Thylacotherium*, Fig. 476, sechs von einander getrennte Schneidezähne, einen mittelmässig grossen Reisszahn, sechs falsche und sechs wahre dreispitzige Backenzähne in der unteren Kinnlade hatte, mithin eine grössere Anzahl von Backenzähnen, als irgend ein anderes bekanntes Säugethier, während das andere, *Phascolotherium*, Fig. 477, nur drei falsche und vier wahre Backenzähne besass. So gewiss indess durch die doppelten Wurzeln der Zähne, die Form des Gelenkkopfes

Fig. 476



Unterkiefer von *Thylacotherium Prevosti.*

Fig. 477.



Phascolotherium Bucklandi. Aus den Schiefern von Stonesfield.

des Unterkiefers und die verschiedene Gestalt der Zähne unter sich die Natur dieser Kinnladen festgestellt ist, so lässt sich doch hinwiederum nicht verkennen, dass die grosse Zahl von Backenzähnen, die gleichmässige Entfernung der Zähne unter sich und die einander so ähnliche Gestalt der einzelnen Arten von Zähnen entfernte Aehnlichkeiten mit den Reptilien bieten.

In einer nur wenige Zoll dicken Schieferschicht des mittleren Purbeck wurden in der Dundlestone-Bai in der Nähe von Swanage die Unterkiefer, einige Oberkieferstücke und selbst ein Schädeldach von Säugethieren gefunden, von denen das grösste etwa dem Iltis gleich kommt, während die anderen weit kleiner sind. Man hat jetzt sieben oder acht Gattungen, einige mit mehren Arten unterschieden, welche alle zu der Reihe der Beutelthiere gehört zu haben scheinen. Die am besten bekannte, von Falconer *Plagiaulax* benannte Gattung ähnelte durch ihre Bezahnung sehr der Känguruh-Ratte (*Hypriprymnus*)

Australiens und hatte wie diese auf den vorderen Backenzähnen scharfe gradlinige, aber schiefgestellte Schmelzleisten. Einige andere Gattungen (*Triconodon*, *Galestes*) scheinen mehr fleischfressender Natur gewesen zu sein.

8. Die Kreide.

(Quaderformation; *Formation crétacée; Chalk.*)

Ueber die Gränzen der Kreideformation nach oben und unten herrschen noch mancherlei Zweifel, wenn auch im Allgemeinen die Stellung der einzelnen Glieder des Gebildes selbst vollkommen klar ist. Es wurde schon oben angeführt, dass das Wäldergebilde von den Einen zu der Kreide, von den Anderen zu dem Jura gerechnet, von den Dritten gar halb dem einen, halb dem anderen Systeme zugetheilt wird. In ähnlicher Weise findet sich an der oberen Gränze, zwischen den charakterisirten Tertiärgebilden und der weissen Kreide, eine Gruppe von Schichten, welche man bald ihrer Lagerung nach zu den Tertiärgebilden, bald ihrem Inhalte an Versteinerungen nach zu der Kreide gerechnet hat, und über welche die Discussion noch immer offen steht. Abgesehen hiervon, zeigt das Kreidesystem ein geschlossenes Ganze, das indessen nach seinem Vorkommen ziemlich verschiedene Charaktere zeigt. Im Norden sind die mergeligen Schichten sowie die ächte weisse Kreide mit Feuersteinen vorwiegend entwickelt, während im Süden hauptsächlich Kalke vorhanden sind, die weisse Kreide gänzlich fehlt und die Mergel nur in geringem Maasse entwickelt sind. §. 646.

Die weisse Kreide, nach welcher man das ganze System genannt hat, besteht aus einem äusserst feinen, aus mürbem Pulver zusammengesetzten Gesteine, das fast reinen kohlensauren Kalk darstellt. Es finden sich in ihr stets Lager von Feuersteinen, die um so mehr ausgebildet sind, je reiner die Kreide an sich ist und je mehr sie der eigentlichen Schreibkreide nahe kommt. Die Feuersteine finden sich meistens als Ausfüllungen der Versteinerungen und mit Vorliebe da, wo organische Körper einen Mittelpunkt für den Niederschlag des Kiesels abgaben. Die Kreide selbst ist fast durchaus aus mikroskopischen Kalkschälchen von Rhizopoden zusammengesetzt, während in den Feuersteinen hauptsächlich Schwämme, Infusorien und Infusionspflanzen mit Kieselschalen sich finden. In vielen sogenannten Kreidomergeln finden sich beide Elemente in der Art gemengt, dass man Kieselpanzer und Kalkpanzer neben einander antrifft. In der weissen Kreide dagegen sondern sich beide Elemente streng, und in den Feuersteinen erscheinen die Kieselpanzer noch in ursprünglich gallertartig gewesene Kieselerde eingebacken.

Wir betrachten die verschiedenen Gebilde des Kreidesystemes, indem wir zuerst die Schichten Englands, Frankreichs und des platten

Landes im Norden von Deutschland untersuchen und sodann uns zu den südlichen Formationen wenden.

Kreide in England.

§. 647. **Lagerung und Verbreitung.** Die Gebilde der Kreide lehnen sich in England überall von Osten her auf das breite jurassische Band auf, welches oben beschrieben wurde. Ein von der Einmündung der Ouse in den Wash her über Cambridge, Oxford und Salisbury nach der Halbinsel Portland gezogene Linie zeigt etwa die Nordwestgränze der Kreideformation an, längs welcher überall die tieferen Kreideschichten zu Tage treten, während die höheren nach Osten hin unter die Tertiärschichten einschiessen, welche die östliche Küste Englands von der Spitze des Washbusens bis nach Dower hin bilden. Ausser diesem allgemeinen Bande bemerkt man in England noch eine zweischenkelige Ausstrahlung der Kreidegebilde nach Osten hin, welche das domförmig erhobene Wäldergebilde von beiden Seiten umfasst und durch zwei Linien etwa bezeichnet werden kann, von welchen die eine von Salisbury nach Dower, die andere von Salisbury nach Brighton gezogen, die sogenannten Downs einfassen würde. Die tieferen Kreideschichten liegen überall im Inneren dieses Kreideschenkels auf den Wälderschichten auf, von denen die höheren Kreideschichten nach allen Seiten zu abfallen. Endlich wird noch ein dritter nach Osten ausstrahlender Schenkel durch die Kreideschichten angedeutet, welche die Südspitze der Insel Wight bilden und die, wie es scheint, der inselartigen Erhebung des Pays de Bray in Nordfrankreich entsprechen. Durch diesen dritten Schenkel wird ein Tertiärbecken eingeschlossen, welches der Insel Wight gegenüber liegt und dessen Spitze etwa bei Salisbury sich befindet.

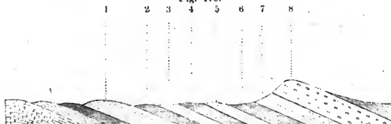
§. 648. **Gliederung. Unterer Grünsand** (*Néocomien*). Man unterscheidet in England folgende Schichtengruppen. Auf den oberen jurassischen Schichten liegt der untere Grünsand (*Lower Greensand*), ein feiner, bald loser, bald zusammengekitteter Quarzsand, der eine Menge grüner Körner von Glaukonit enthält. Die losen Sandschichten zeigen öfters braune und rothe Färbungen; zuweilen bilden sich Kalkknoten und unreine Kalkschichten, namentlich in den unteren Schichten. Die mittleren Bänke werden öfter thonig, die oberen eisenhaltig. Ausserdem zeigen sich häufig sandsteinartige Knollen darin, welche einen bedeutenden Gehalt an Phosphorsäure besitzen.

Am bekanntesten ist der über 700 Fuss Mächtigkeit zeigende Durchschnitt von Atherfield an der Südspitze der Insel Wight, wo sich drei Hauptstockwerke zeigen: unten graue oder grünliche Mergel mit Zwischenlagern von Thon und Sand; darüber Sand- und Thonschichten mit Zwischenlagern von Sandsteinknollen (*Crackers*), beide sehr reich

an Versteinerungen und darüber gelber und weisser Sand sehr arm an Fossilien.

In Yorkshire scheint diese ganze Bildung des unteren Grünsandes durch einen eigenthümlichen dunklen schieferigen Thon ersetzt, welchen

Fig. 478.



Idealer Durchschnitt der Kreideschichten in England.
1 *Lower Greensand*. 2 *Speeton-clay*. 3 *Shanklin-sands* 4 *Gault*. 5 *Upper Greensand*. 6 *Chalk-marl*. 7 *Lower (grey) chalk*. 8 *Upper chalk with flints*.

man den Spcetonthon genannt hat. Dieser Thon enthält Nester von härteren Thongallen und Eisenknollen, Adern von Gyps, Schwefelkies und Kalkspath und zeigt zahlreiche Fossilien, welche theils dem eigentlichen Neocomiengebilde, theils auch den höher liegenden Schichten des Gault entsprechen. Auf der Insel Wight findet sich an der Südostseite auf der oberen Gränze der Formation der sogenannte Shanklinsand, welcher theils zu dem unteren Grünsand, theils zu dem Gault Analogien zeigt. Die am häufigsten im unteren Grünsand vorkommenden Versteinerungen sind *Toxaster complanatus, Terebratula sella, Perna Mulleti, Exogyra Couloni, Cardium hillanum.*

Gault. Ueber dem unteren Grünsande findet sich fast stets eine besondere, oft nur sehr dünne, höchstens 4 bis 5 Meter Mächtigkeit erreichende Schicht eines Mergels von blauer oder grauer Farbe, der gewöhnlich sehr rauh ist, sich in dünne Schichten blättert und häufig vielen Glimmer enthält, wodurch er seifig und kurz wird. An anderen Stellen findet sich statt dessen ein plastischer, feiner, blaugrauer Thon, der zur Töpferei verarbeitet wird, zuweilen Knollen von Eisenkies und Kalk enthält. An anderen Orten enthalten diese Knollen vielen phosphorsauren Kalk, so dass sie wahrscheinlich aus Coprolithen entstanden sind. Man hat diese Abtheilung, unter deren charakteristischen Versteinerungen *Hamites attenuatus, Rostellaria Parkinsoni* und *Trigonia aliformis* zu nennen sind, mit dem Provinzialnamen Gault bezeichnet. §. 649.

Oberer Grünsand. Kreidemergel. Weisse Kreide. Der obere Grünsand (*Upper Greensand*) steht dem unteren in petrographischer Beziehung nahe, nur dass er noch weit reicher an grünen Körnern und phosphorsauren Knollen ist. Dagegen erreicht er nur eine geringe §. 650.

Mächtigkeit und ist mehr nur eine untergeordnete Gruppe der mittleren Kreide. In der Umgegend des Wäldergebirges ist er durch gelblichgrauen festen kieseligen Sandstein (*Firestone*) ersetzt.

Auf ihm liegen die Kreidemergel (*Chalk-marl*), bläuliche Mergel mit unreinen, schwammigen, halbfesten Kieselconcretionen (*Cherts*), die nach oben in die graue Kreide (*Grey chalk*) übergehen, welche vertheilten Kieselstoff, viele Fossilien und oft auch Kohlenlager enthält.

Die oberste Stufe wird durch die weisse Kreide gebildet, die durch den Mangel an Ammoniten und die charakteristischen Fossilien: *Ananchytes ovata*, *Galerites albogalerus*, *Inoceramus Cuvieri*, *Ostrea vesicularis*, mehr als durch eine scharfe Gränze von den Kreidemergeln unterschieden wird.

Kreide in Belgien, Westphalen und an der Ostsee.

§. 651. **Erstreckung.** Von einer Linie an, die man etwa von Valenciennes nach Boulogne ziehen kann, erstrecken sich im nördlichen Flachlande bedeutende Kreideschichten, die grösstentheils von Tertiärgebilden und neueren Anschwemmungen überdeckt, gewöhnlich an dem Rande der Gebirge oder auch in einzelnen Flecken im Flachlande hervortreten und in dem ganzen Raume der Nord- und Ostseeländer hier und da zu finden sind. Verfolgt man diese Ablagerungen näher, so kann man mehre gesonderte Becken unterscheiden, das belgische Becken, in der Erstreckung von Brüssel bis Aachen, das westphälische Becken, welches das ganze Tiefland zwischen Haarstrang und Teutoburgerwald mit Münster als Mittelpunkt ausfüllt, das hannöversche Becken, welches längs des Nordrandes des Weser- und Harzgebirges einzelne Flecken zeigt; den sächsisch-böhmischen Golf, der von Meissen bis gegen Zwittau, dem Laufe der Elbe folgend, zwischen Erzgebirge, böhmischer Terrasse und Riesengebirge sich hinzieht; und endlich das polnische Becken, welches von Krakau aus längs den Karpathen über Lemberg nach Russland hin sich erstreckt. Alle diese Schichten bilden offenbar nur das südliche Ufer eines Kreidemeeres, welches das norddeutsche Hochland umspülte und dessen nördliches Ufer an Scandinavien sich anlegte, so dass auf den dänischen Inseln, auf Rügen und der Ausmündung der Oder noch einzelne Kreidefelsen zu finden sind.

§. 652. **Schichtenfolge bei Aachen.** In der Umgegend von Aachen sind die einzelnen Schichten des belgischen Beckens am ausgiebigsten entwickelt und bieten hier von unten nach oben folgende Lager dar.

Unmittelbar auf den Uebergangsgebilden ruhen dunkle Thone, welche in der Gegend von Aachen mit dem Namen Baggert bezeichnet werden und die zahllose Ueberreste von Meer- und Landpflanzen enthalten, welche theilweise verkohlt, theilweise sehr wohl erhalten sind.

Mit diesen Thonen wechseln Lager von Sand oder Sandsteinen ab, welche weisslich oder eisenhaltig sind und zuweilen ebenfalls Pflanzenabdrücke enthalten. Nach oben hin werden diese Sandsteine allmälig mächtiger und verdrängen nach nnd nach gänzlich die untergeordneten kohligen Thonlager.

Als zweite Schichtenlagergruppen folgen Sandlager von grüngelblicher Farbe und feinem Korn, die zuweilen Kalkknollen enthalten oder auch zu festerem Sandstein sich hilden; die Fossilien finden sich entweder als Kerne oder in Hornstein verwandelt. Nach oben geht dieser Sand in weissgraue oder grünliche oder glimmerhaltige Sandsteine mit erdigem Bruch über, die leicht zerfallen und die eine Menge zusammengewickelter Röhren enthalten, weshalh man diesen Sand auch den Gyrolithensand genannt hat.

Die eigentliche weisse Kreide heginnt bei Aachen mit chloritischer Kreide, über welcher lichte, grauweisse oder ganz weisse Kreidemergel folgen, die in ihren unteren Theilen keine Feuersteine enthalten, während in den oheren Schichten dieselben reichlich vorkommen. Die chloritische Kreide wird oft so sandig, dass sie dem Grünsande vollkommen ähnlich ist. Die Flintensteine der weissen Kreide selbst sind meistens schwarz und die meisten Versteinerungen kommen in den Mergeln unter den Flintensteinlagern vor.

Ueher dieser weissen Kreide lagert nnn noch eine Schichtengruppe, die bis jetzt in England noch nicht nachgewiesen wurde, in Frankreich wahrscheinlich durch den sogenannten *Calcaire pisolitique*, auf den dänischen Inseln durch den Faxoekalk und den Limsteen vertreten wird, nnd die hei Aachen aus einer Knochenhreccie, aus Korallenkalken, bei Mastricht aber aus der berühmten gelblich erdigen Kreide besteht, in welcher die Höhlen des Petersberges ausgearbeitet sind. Der Limsteen der dänischen Inseln ist ein weisser grobkörniger, wellenförmig gebogener Kalk mit vielen Korallenhruchstücken, der daranf liegende Faxoekalk ein harter, gelher Korallenkalkstein. *Nautilus danicus, Pecten quadri-costatus, Cidaris Forchhammeri* sind die bezeichnenden Fossile dieser Schichtengruppe, die an anderen Orten noch nicht nachgewiesen wnrde und die man das dänische Stockwerk (*Etage Danien*) genannt hat.

Westphälisches Becken. In dem westphälischen Becken lagern sich die Kreideschichten so an dem Teutohnrgerwalde an, dass ihre Schichtung zum Theil überstürzt erscheint. An die dunklen thonigen nnd sandigen Schiefer mit Kohlenflötzen des Wäldergehirges lehnen sich gelhbraune, oft eisenschüssige Sandsteine und Mergel, welche *Perna Mulleti*, *Toxaster complanatus*, *Exogyra Couloni* enthalten und so dem Neocom entsprechen. Es bilden diese Sandsteine die höchsten Gipfel des Gebirges, z. B. die Hünenhurg. An zwei Stellen, bei Schwanei und Rheine an der Ems, wurde der sonst fehlende Gault dnrch zwei §. 653.

vereinzelte Ammoniten nachgewiesen. Sonst finden sich überall an dem Neocomsandstein angelagert graue, schwarz-flammige Mergel mit kieseligen Concretionen, vielem Sand und wenig Kalk, sogenannte Flammenmergel, in denen man früher nur sehr selten Versteinerungen gefunden hatte, die aber jetzt durch Eisenbahnen bei Lutter am Barenberge im Harzer Becken aufgedeckt, sich dort als reich an Versteinerungen gezeigt haben, die unzweifelhaft dem Gault angehören.

Ueber dem Flammenmergel lagert, bei Essen unmittelbar auf der Kohlenformation, oberer, der Tourtia durch seine Versteinerungen entsprechender Grünsand.

Als weiteres Glied der Kreideformation erscheint ein dünngeschichteter, meistens durch schief gegen die Schichtenfläche gerichtete Absonderungen, in flach nierenförmige Stücke getheilter weisser Kalkstein, der einerseits zuweilen, besonders in seinen unteren Schichten, durch Aufnahme von Thon mergelig und locker wird, und dann auch viele Versteinerungen enthält, andererseits, besonders in seinen höheren Schichten, Kiesel aufnimmt, dann sehr fest und splitterig wird und nur wenige Fossilien enthält. Die unteren Mergel werden oft blaugrau und setzen zuweilen so scharf gegen den weissen Kalk ab, dass man an eine Trennung in zwei Stockwerke glauben könnte. *Micraster bufo*, *Ammonites varians*, *Inoceramus mityloides* bezeichnen diese weissen, besonders längs des ganzen Haarstranges entwickelten Kalksteine mit vollkommener Sicherheit als Analoga des Plänerkalkes in Sachsen.

Auf ihr folgt grauer Mergel, grauweisser, sandiger Kalk, dünner, plattenförmiger Kalkstein oder loser, bald gelber, bald brauner Sand und Sandstein, welche die charakteristischen Versteinerungen der weissen Kreide enthalten.

§. 654. **Harzer Becken. Hilsbildungen.** Am nördlichen Harzrande zeigt sich eine ähnliche Ausbildung der Kreideschichten, indem dort auf unteren Sandsteinen der Gault in Form eines graublauen, plastischen Thones mit *Ammonites auritus*, *Hamites rotundus*, *intermedius*, *Belemnites minimus* auflagert, auf welchen Flammenmergel mit *Ammonites inflatus* und *Avicula gryphoïdes* und endlich Plänerkalk folgt. Diese Schichtenreihe lagert über den sogenannten Hilsbildungen, die besonders im Hannöverschen in der classischen Hilsmulde bei Alfeld (siehe den Durchschnitt Fig. 318 S. 450) nachgewiesen wurden und die offenbar das Analogon des Neocoms sind. Es bestehen diese Hilsbildungen gewöhnlich aus unterem Hilskalkstein oder Hilsconglomeraten, bräunlichen harten, knollig conglomerirten Kalksteinen mit Ein- und Ueberlagerungen von Mergeln, welche durch ihre Versteinerungen vollkommen dem eigentlichen Neocomien, den blauen Mergeln von Hauterive bei Neuenburg in der Schweiz entsprechen, aus blauen Hilsthonen, die Eisen und Gyps enthalten und aus

gelblich weissem Hilssandstein; darauf lagern weisse Thonmergel (Gargas-Mergel), arm an Petrefacten mit thonigen Sandsteinen darüber, die wohl dem Aptien entsprechen mögen, und ferner die sogenannten Minimus-Mergel, mit *Belemnites minimus*, auf welche dann der Gault in Gestalt der erwähnten Flammenmergel folgt. Ueber dem Flammenmergel kommen dichte graue Kalke und kalkige Mergel mit *Ammonites rhotomagensis, varians* — der Pläner (*Cénomanien*); dann das Turonien, rothe Mergel und Mergelkalke und darüber findet sich dann oberer Quadersandstein, weiss, feinkörnig, Kreidemergel, und endlich bei Quedlinburg noch sogenannter Ueberquader im lockeren Sand mit Quarzkieseln und Einlagerungen von farbigem Thone und Kohle — eine Schichtenfolge, die der weissen Kreide entspricht.

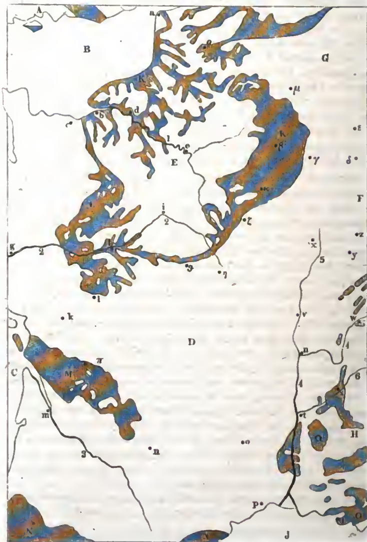
Sächsisch-böhmischer Golf. In ganz eigenthümlicher Weise findet sich die Kreideformation in einem grossen Golfe entwickelt, welcher längs des Elbethales von Weissen und Oherau her in südlicher Richtnng nach Böhmen eindringt und das ganze Elbebecken zwischen der böhmischen und mährischen Terrasse, dem Erzgebirge und Riesengebirge bis nach Zwittau hin ausfüllt. In diesem ganzen Gebiete zeigen sich hauptsächlich drei Hauptglieder: Unterer Quadersandstein, Pläner und oberer Quadersandstein. Der untere Quadersandstein besteht aus kieseligen Sandsteinen, bald feinkörnig, bald schieferig oder grobkörnig mit thonigem Bindemittel, Einlagerungen von Quarzconglomeraten, Thon, Schiefer und schlechter Steinkohle, und ist in Sachsen besonders längs dem Rande des Erzgebirges und in der Umgegend von Pirna entwickelt. Auf ihm liegt der Pläner, der besonders das Thal auf dem linken Elbufer von Pirna bis gegen Meissen hin ausfüllt, und der aus lichtblaugrauem, aschgrauem oder gelblichem Kalkmergel von schieferiger Structur, dem Plänermergel und darüber aus dem mergeligen, thonigen, dünnschieferigen Plänerkalk besteht, der leicht verwittert und reich an Versteinerungen ist. Der obere Quadersandstein endlich, welcher besonders die schroffen Felsen (Königstein, Lilienstein etc.) und malerischen Thäler der sächsischen Schweiz bildet, enthält nur wenige Versteinerungen und gleicht in petrographischer Hinsicht durchaus dem unteren Quader. §. 655.

Die sächsisch-böhmische Kreidebildung scheint in ihrem Ganzen dem Cenomanien und Turonien Frankreichs zu entsprechen.

Kreide in Frankreich.

§. 656. **Verbreitung.** Betrachtet man die Verbreitung der Kreidegebilde in diesem Lande, so zeigen sich sogleich drei grosse Gruppen, die man als Becken bezeichnen kann. Im Norden sieht man im Umkreise von Paris überall Kreideschichten hervortreten, welche einen weiten Kreis um die Hauptstadt bilden, überall nach der Peripherie hin auf den jurassischen oder älteren Schichten auflagern und nach innen hin

Fig. 479. Ausbreitung der Kreidegebilde in Frankreich.



A England. *B* Canal. *C* Ocean. *D* Centralplateau. *E* Pariser Tertiärbecken. *F* Vogesen. *G* Ardennen. *H* Südalpen. *I* Mittelmeer. *K* Kreidebecken von Paris. *L* Kreidebecken der Touraine. *M* der Charente. *N* der Pyrenäen. *O* des Mittelmeeres.

1 Seine. 2 Loire. 3 Garonne. 4 Rhône. 5 Saône. 6 Isère.

a Boulogne. *b* Honfleur. *c* Caen. *d* Rouen. *e* Paris. *f* Alençon. *g* Nantes. *h* Blois. *i* Orleans. *k* Niort. *l* Poitiers. *m* Bordeaux. *n* Cahors. *o* Rhodes. *p* Montpellier. *q* Marseille. *r* Gap. *s* Grenoble. *t* Valence. *u* Lyon. *v* Mâcon. *w* Genf. *x* Dijon. *y* Besançon. *z* Vesoul. *α* Troyes. *β* Châlons. *γ* Bar-le-Duc. *δ* Nancy. *ε* Metz. *ζ* Auxerre. *η* Nevers. *ϑ* Bourges. *μ* Meziers. *π* Angoulème. *ρ* Arras.

von den Tertiärgebilden überdeckt werden. Die Erosionen der Flussbetten und des Meeres, sowie besondere partielle Erhebungen an einzelnen Stellen lassen die Kreide an vielen Orten unter der mächtigen Decke der Tertiärschichten hervortreten, und die Lagerung der Schichten, sowie zahlreiche Aufschlüsse durch Bohrversuche lassen keinen Zweifel übrig, dass das ganze Kreidegebilde eine auf dem Jura auflagernde Mulde bildet, eine flache Schale, in welcher sich die Tertiärschichten später ablagerten. Wir bemerkten schon vorher, dass dieses nordfranzösische oder Pariser Kreidebecken durch eine anticlinale Linie, die in der Fortsetzung der Ardennen gegen Boulogne hinläuft, von dem belgischen Becken zwar getrennt, dass aber diese Trennung nicht vollständig durchgeführt sei, indem die oberen Schichten mit einander zusammenhängen.

Im Südwesten Frankreichs gewahrt man ein zweites kleineres Becken, welches einerseits an das granitische Centralplateau Frankreichs, andererseits an die Pyrenäen angelehnt ist und das man das pyrenäische Becken genannt hat. Im Ganzen findet man von diesem Becken hauptsächlich nur zwei breite Streifen, den einen im Norden, hauptsächlich dem Lauf der Charente folgend, und den anderen im Süden bei Bayonne und andererseits bei Perpignan. Die ganze Zwischenerstreckung ist auch hier von den mächtigen Tertiärschichten des südlichen Frankreichs zu beiden Seiten der Garonne überdeckt.

Eigenthümliche Kreideschichten findet man endlich noch im Südosten Frankreichs in der Nähe der Alpen und unterhalb Valence längs des südlichen Laufes der Rhone, wo sie ebenfalls an das Centralplateau sich anlagern und in die Zusammensetzung der südlichen Alpen eingehen. Diese Schichten setzen sich dann weiter durch die Schweiz und Italien, dem Alpenzuge folgend, fort und hängen mit dem Apennin und den südlichen Kreidebildungen überhaupt zusammen, mit welchen sie gemeinschaftliche Charaktere zeigen, so dass sie nur als Ausläufer eines mittelmeerischen Beckens dastehen, welches längs der Ufer des Mittelmeeres sich hinzieht.

Pariser Becken. Das Pariser Becken kann durch eine Linie, die man die Axe von Mellerault genannt hat, in zwei Flügel, das östliche Becken der Seine und das westliche Becken der Loire oder der Touraine, getheilt werden. In dem östlichen Becken kommt die ganze Schichtenfolge vor, während das Becken der Loire sich sehr verschieden zeigt. §. 657.

Die untersten Schichten der Neocomgruppe, die unmittelbar auf dem Portlandkalke aufruhen und nur in dem östlichen Seinebecken vorkommen, sind gewöhnlich ein weisser oder eisenhaltiger Sand, der an einigen Orten, wie namentlich bei St. Dizier, so viele Eisenknollen enthält, dass er ausgebeutet werden kann. Ueber diesem Sande liegen

gelbe oder blaue Kalksteine oder auch blaue Kalkmergel, welche eine grosse Menge von Fossilien enthalten. Die Kalksteine sind gewöhnlich gelb, zuweilen oolithisch, an anderen Orten spathig und bilden an einigen Orten gute Bausteine, während die Mergel ebenfalls oft eine grosse Härte erreichen, aber leicht verwittern. *Ostrea Couloni*, *Crioceras Duvali*, *Toxaster complanatus* sind die vorzüglichsten Leitmuscheln.

Ueber ihnen liegen gewöhnlich graue Mergel, die zuweilen gelb oder blau werden, von Gypskrystallen durchzogen sind, und die unter anderen häufigen Fossilien besonders *Exogyra subplicata* und *Ostrea Leymerii* enthalten, weshalb man sie auch die Austernmergel (*Argiles ostréennes*) genannt hat. Mergelige Kalksteine, die zuweilen gänzlich aus Bruchstücken dieser Austern zusammengesetzt sind, liegen zwischen diesen Mergeln, welche nach oben oft in sandige, vielfach geflammte, gelbe, rothe und grüne Mergel und Sandsteine übergehen, in denen sich zuweilen Eisenkörner und Bohnerz finden, welche an einzelnen Orten, wie bei Vassy, ausgebeutet werden. Diese Schichten, die im Süden noch in ganz anderer Weise entwickelt sind, haben den Namen des Orgonischen System (*Système Urgonien*) erhalten.

Ueber den Orgonschichten finden sich graublaue oder gelbe Mergel, die gewöhnlich zur Ziegelfabrikation ausgebeutet werden; an anderen Orten ersetzen gelbe oder graue Kalkmergel oder auch schwärzliche Thone jene gelben Mergel, die als besonders leitende Versteinerung *Plicatula placunea* enthalten, und die man deshalb unter dem Namen der Plicatulenmergel (*Argiles à plicatules*) bezeichnet hat. Man hat diese Mergel, die nach oben oft in Schichten von grünem oder eisenschüssigem Sand übergehen, auch das Aptgebilde (*Terrain Aptien*) genannt.

Der Gault (*Etage albien*) zeigt sich fast überall in Gestalt eines schwärzlichen oder blaugrauen Thones von geringer Mächtigkeit, der gewöhnlich sehr viele Versteinerungen enthält und zuweilen durch glaukonitische Sandsteine ersetzt ist.

Ueber dem Gault folgt die chloritische Kreide (Gebilde von Mans, *Etage cénomanien*), kreidige, thonige oder sandige Kalke von gelblicher oder grünlicher Farbe, Sandbänke mit Kieselnieren und Glaukonitkörnern, welche mit grauen, blauen oder gelben Thonen abwechseln, *Cardium hillanum*, *Exogyra columba*, *Ammonites rhotomagensis* enthalten, und im Norden Frankreichs, wo sie oft Conglomerate bilden, unter dem Namen der Tourtia bekannt sind.

Hierauf folgt der Kreidetuff (*Craie tuffeau*, Stockwerk der Touraine, *Etage turonien*), gelbliche oder weissliche, zerreibliche Kreide mit vielem Mergel und grünen Chloritkörnern, oft auch mit hellen Kieseln, die besonders in der Touraine selbst sehr entwickelt sind, wo in dieser Formation auch noch Glimmermergel und gelbe schlammige Kreide sich findet. Man kann sagen, dass mit einigen geringen höchst

localen Ausnahmen dieses Stockwerk für sich allein die ganze Ausdehnung des Beckens der Loire erfüllt, das sich von der Mündung der Seine bis nach Sancerre und Poitiers erstreckt, hier aber fast überall von Tertiärgebilden überdeckt ist, so dass die Kreidegebilde meist nur in der Tiefe der Flussthäler hervortreten. *Ammonites Lewesiensis, Acteonella crassa*, *Inoceramus problematicus*, *Trigonia scabra* sind die wesentlichen Leitmuscheln dieses Stockwerks.

Die weisse Kreide (Senongebilde, *Etage sénonien*) findet sich in ausserordentlich weiter Ausdehnung auf drei Vierteln eines weiten Kreises, den man um Paris als Mittelpunkt beschreiben kann. Im Osten bildet sie ein breites zusammenhängendes Band, dessen grösste Breite etwa durch eine Linie von Epernai nach St. Ménehould bezeichnet wird. Im Norden und Nordwesten wird sie von Tertiärgebilden überdeckt, so dass die Kreideschichten hauptsächlich nur in der Tiefe der Flussthäler hervortreten.

Als oberstes Glied der Kreide findet sich in der Umgegend von Paris, bei Montereau, Bougival, Port Marly, Vigny und Laversine, der sogenannte Eisenkalk (*Calcaire pisolithique*), ein gelblicher eisenhaltiger Knotenkalk, der zuweilen in grüne und weisse Sandsteine übergeht und nach den neuesten Beobachtungen wirklich der Kreide anzugehören scheint. Man stellt ihn mit den obenerwähnten Bildungen des belgischen Beckens und der dänischen Inseln zusammen unter dem Namen des dänischen Stockwerks (*Terrain danien*).

Touraine. In dem südwestlichen französischen Becken, welches hauptsächlich dem Laufe der Charente folgt und den nördlichen Flügel der Pyrenäenmulde darstellt, finden sich, wie schon bemerkt, die untersten Schichten der Kreide nicht, die hier schon den südlichen Charakter anzunehmen beginnt. Als unterste Lagen erscheinen hier graue blätterige Thone mit unvollständigen Kohlen, Schwefelkiesen und Gypsen, die zuweilen mit eisenschüssigen Sandschichten und sandigen Kalken wechseln, und in denen man besonders Rudisten, Cyclolithen und viele Seeigel findet. Darüber kommen graue und gallige Kalkmergel, gelbe oder braune eisenschüssige Sandschichten mit grünen Punkten, harte Kalksteine, bald hellgelb, bald weisslich, oft kreideähnlich, in welchen besonders die Rudisten verbreitet sind. Diese Zone heller grauer Sandsteine, in welchen sich Rudisten und Caprotinen finden, erscheint als leitender Horizont auf einer weiten Erstreckung des Beckens und kommt auch auf dem Nordabhange der Pyrenäen wieder vor; man unterschied sie früher unter dem Namen des Caprotinenkalkes und stellt sie jetzt mit den folgenden Schichten in das Cénomanien, welchem die zweite Rudistenzone angehört. §. 658.

Ueber diesem Caprotinenkalke finden sich hellgelbe Mergelkalke, die besonders Austern und Ammoniten enthalten, graue Kalkmergel

und darauf eine neue Zone von Rudistenkalk, der bald vollständig weiss und rein, bald gelblich ist und, je nach der Häufigkeit der Rudisten, bald die Weichheit der Kreide, bald die Härte eines krystallinischen Kalkes annimmt. Man hat diese Zone die dritte Rudistenzone genannt und, wie es scheint, entspricht sie der turonischen Schichtengruppe des nördlichen Beckens und besitzt die grösste geographische Ausdehnung, indem sie von Lissabon aus durch Spanien, Frankreich, Italien, die europäische Türkei bis nach Kleinasien sich hinzieht und nicht minder in Aegypten und Nordamerika auftritt. Die Rudisten finden sich überall in ihrer natürlichen Lage innerhalb der Schichten, eine Muschel neben der anderen aufrecht stehend, mit dem kleinen Deckel nach oben, und einander gegenseitig in ihrer Entwickelung hemmend, wie dies auch in den Austerbänken der Fall ist.

Als oberste Schichtengruppe erscheinen nun hellgelbe oder weissliche deutlich geschichtete Kalke, welche ebenfalls Rudisten enthalten, deren vierte Zone sie darstellen, und die durch ein Zwischenlager von grauer, mergeliger oder grünlicher Kreide von der dritten Zone getrennt sind. Es entspricht diese oberste Rudistenzone ohne Zweifel der weissen Kreide der nördlichen Becken.

Kreide in der Schweiz, Savoyen und dem südwestlichen Frankreich.

§. 659. **Am Jura.** An dem Südrande des schweizerischen Jura erstreckt sich von Biel an bis gegen Genf hin ein langes, schmales, hier und da unterbrochenes Band von eigenthümlichen Kalk- und Mergelgebilden, das von dem Hauptorte seiner Entwickelung, von Neuchâtel her, den Namen des Néocomien erhalten hat. Es dringen diese Gebilde auch in die inneren Thäler des südwestlichen Jura (*Val- de Ruz, Val de Travers, Ste. Croix etc.*) ein und verbinden sich in der Nähe von Genf und Chambery mit den Kreidegebilden, welche in den Alpen in ausgiebigem Maasse entwickelt sind und sich von dort aus bis in die Provence einerseits, und bis nach Wien andererseits erstrecken.

Als unterste Schichtengruppe zeigen sich in der Gegend von Neuchâtel sowie bei Ste. Croix unmittelbar auf dem Wälderthon oder den obersten Juraschichten graue, bituminöse Mergel, darüber weisser Kalk (*marbre bâtard*) und oben ein harter, eisenschüssiger, mehre hundert Fuss mächtiger, mit gelben Mergeln wechselnder Kalkstein (*limonite*), der zuweilen grünlich wird und an einzelnen Stellen soviel Eisen enthält, dass er auf dasselbe ausgebeutet wird. Man hat diesen Kalkstein, in welchem *Toxaster Campichei* und *Pholadomya Scheuchzeri* die wesentlichsten Leitmuscheln bilden, das Gebilde von Valangin (*Etage Valangien*) genannt.

Ueber diesen Kalken, die jetzt auch in den Alpen bekannt sind,

liegen versteinerungsreiche Mergel, unten gelb mit *Ammonites Astierianus*, darüber blau (Mergel von Hauterive), in welchen hauptsächlich *Toxaster complanatus*, *Ostrea Couloni* die Hauptmuscheln sind.

Der allmälige Uebergang dieser blauen Mergel in gelbe, sehr spathreiche Kalksteine (*pierre jaune*) nöthigt diese gelben Kalke als zu den Mergeln gehörig zu betrachten. Es ist dies die eigentliche Néocombildung.

In den Schichten, die über diesen gelben Kalken lagern, verliert sich allmälig die gelbe Farbe, der Kalk wird weiss, selbst kreideartig, und enthält eine grosse Menge von *Caprotina ammonia*, weshalb man ihn auch den Caprotinenkalk genannt hat. Dieser Caprotinenkalk bildet die äusserste Decke des Jura von Neuenburg bis zum Fort de l'Ecluse und tritt mit der Rhone in die Thäler der Valserine und der Rhone selbst ein. Dort zeigt sich das Urgonien oder obere Néocomien, in welches die Flüsse tief eingeschnitten sind, aus zwei Schichtengruppen zusammengesetzt, aus einem oberen gelben Kalk, welchen man wegen der Anwesenheit grossen Pteroceren, den Pterocerenkalk genannt hat, und aus dem unteren weissen Caprotinenkalk; über diesen Schichten liegen dann gelbe Mergel, grüne harte oder graue Sandsteine, welche den Aptgebilden angehören und zwei Stockwerke in denselben anzudeuten scheinen, und auf diese folgt grüner oder rother mergeliger Sand und Sandstein, der seinen Fossilien nach der Gault ist. Dieselben Schichtenfolgen, in welchen dann hauptsächlich die Caprotinen- und Rudistenkalke hervortreten, finden sich in der ganzen Provence wieder, und schon in der Umgegend von Aix und Chambery zeigen sich als Auflagerung auf den jurassischen Gebirgen mächtige Massen weisser Rudistenkalke, welche schroffe Felswände bilden. Endlich hat man im Inneren der Juratháler, wie bei Ste. Croix, bei der Presta im Val de Travers, so wie bei Suaillon bei Neuenburg noch Schichten nachgewiesen, die dem Cénomanien entsprechen. Im Val de Travers und bei St. Aubin am Neuenburger See ist das Urgonien von Asphalt gänzlich durchdrungen, der ausgebeutet wird.

Alpen. Dringt man in östlicher Richtung weiter in die Alpen §. 660.
selbst vor, so findet sich überall an dem Nord- wie an dem Südabhange des grossen Alpenzuges eine Zone von Gesteinen entwickelt, die auf den jurassischen Alpengebilden auflagert und ihren Fossilien nach für Kreide erkannt werden muss, obgleich die Gesteinsbeschaffenheit eine äusserst verschiedene ist. Das Stockwerk von Valangin ist in den östlichen Schweizeralpen, am Pilatus, Sentis und Glärnisch in zum Theil mächtigen Felsmassen nachgewiesen worden, ebenso in den baierischen Alpen mit *Toxaster Campichei* und *Terebratula Marcousana*. Das mittlere, eigentliche Néocomien zeigt sich gewöhnlich in Gestalt eines schwarzen, mergeligen oder sandigen Kalksteines, der mit schwärzlichen Thonschiefern wechselt, dann geschichtet ist, die charakteristischen

Versteinerungen *Toxaster complanatus*, *Exogyra Couloni* enthält und zuweilen mit dem Namen des Spatangenkalksteines bezeichnet wurde. Anderwärts ist dieser schwarze schieferige Kalk durch graue compacte Kalke oder selbst, wie in den Venitianer Alpen, durch harte weisse Sandsteine ersetzt. Die von ihm gebildete Zone erstreckt sich fast ununterbrochen am Nordrande der Alpen von Savoyen bis in die Nähe von Wien.

Ueber dieser Schicht liegt ein meist grauer compacter, oft hellfarbiger Kalkstein, welchen Escher mit dem Namen des Schrattenkalkes bezeichnet hat und der durch seine organischen Einflüsse sich als Caprotinenkalk zu erkennen giebt und offenbar dem Urgonien entspricht. Diese beiden harten Kalkstufen bilden für sich bedeutende Berge, wie den Brienzergrat, den Sentis und andere, so dass das Néocomien im Ganzen eine sehr bedeutende Entwickelung in den Alpen zeigt.

Am Pilatus, den Kurfürsten, und dem Sentis hat man auch die Aptmergel in Kalken mit Orbitoliten nachgewiesen.

Unmittelbar über diesen Kalken finden sich schwärzliche Kieselkalke, innig gemengt mit grünlichen Körnern, die an der Oberfläche durch Oxydation röthlich werden und namentlich schon in der Montagne des Fis in Savoyen seit langer Zeit als zur Kreide gehörig erkannt wurden, sonst aber auch namentlich am Saxonnet und dem Reposoir und in den Appenzeller, Tyroler und baierischen Alpen entwickelt sind. Die Fossilien, welche diese Schicht enthält, lassen keine Zweifel über ihre Stellung übrig. Es ist offenbar veränderter Grünsand, der dem Gault entspricht.

Ueber diesem Grünsande findet sich stellenweise, wie namentlich in Glaris, in Appenzell, am Sentis und weiter hinaus, eine mächtig entwickelte Kalkformation aus rothen und grauen Kalken bestehend, welche *Ananchytes ovatus*, *Inoceramus Cuvieri* enthalten und sich dadurch als Analogen der weissen Kreide zu erkennen geben. Angeschliffene Platten dieser Kalke lassen, wie Kaufmann nachgewiesen hat, dieselben Rhizopoden erkennen, welche man sonst in der weissen Kreide gefunden hat. In diesen Kalken, welche man den Seewerkalk oder Inoceramenkalk genannt hat, finden sich, sowie in den Schrattenkalken, viele gewellte Thonblätter, die bei dem Auswaschen durch den Regen jene eigenthümlich gewundenen Rinnen und Canäle erzeugen, die durch scharfe Rippen getrennt sind und in der Schweiz Karren oder Schratten genannt werden.

§. 661. **Oestliche Alpen.** Geht man noch weiter nach Osten hin, so findet man in Tyrol, Baiern, Salzburg und Oesterreich den Néocom, Rudistenkalk und Gault ganz in ähnlicher Weise wie in den westlichen Alpen, darüber aber ein mächtiges Gebilde aus wechsellagernden Mergelmassen, grauen Sandsteinen mit verkohlten Pflanzenresten, blaugrauen

Kalksteinen und weisslichen Hippuritenkalken zusammengesetzt, welche man unter dem Namen der Gosauschichten bezeichnet hat. Gümbel hat darin in den baierischen Alpen verschiedene Zonen nachgewiesen, unten die Inoceramen - Zone, unten kalkig, oben Mergel mit *Inoceramus Cuvieri*, *cuneiformis*, *Scaphites aequalis etc.*, dann die eigentlichen Gosauschichten mit *Hippurites cornu vaccinum*, *Orbitolina concavo*, zu oberst endlich (bei Berchtesgaden) Nierenthalschichten mit *Belemnitella mucronata*, *Micraster cor-anquinum*. *Gryphaea vesicularis*, die offenbar der weissen Kreide angehören, während die unteren Zonen im Allgemeinen mehr zu den Turonien gerechnet werden müssen.

Auf dio übrigen in- und aussereuropäischen Länder einzugehen, verbietet der Raum.

Ueberreste fossiler Pflanzen finden sich seltener in der Kreide, als in allen übrigen Formationen, und es sind nur einzelne Orte im Pläner von Böhmen und Sachsen, sowie im Grünsande Aachens zu nennen, wo reichlichere Lager von fossilen Pflanzen vorhanden sind. Die Algen bieten keine besonders hervorstechenden Charaktere dar. Die Farrenkräuter sind nur gering an Zahl und, wie es scheint, kaum mehr in Gestalt baumartiger Farren entwickelt. Die vorherrschende Landflora wird von Zapfenbäumen, von Cycadeen, Cypressen und Tannen gebildet, von welchen man zahlreiche Arten gefunden hat. Wir geben hier die Abbildung des Endzweiges einer Gattung, welche sich durch äusserst dicke fleischige kurze Blätter auszeichnet, dio dicht über einander gedrängt stehen. (Fig. 480, 481). §. 662.

Fig. 480.



Brachyphyllum Orbignyanum.
Aus dem Cénomanien der *Iles d'Aix.*

Fig. 481.



Ein Zweig vergrössert.

Ausser den vorherrschenden Coniferen finden sich noch manche Blätter und Früchte von Dikotyledonen, deren Bestimmung indessen theilweise sehr unsicher ist. Es sind namentlich dio Weiden, Birken und Wallnussbäume, welche in der Kreideperiode einige Vertreter finden.

§. 663. Obgleich die Schwämme keine solche Massen mehr bilden, wie in den Jurakalken, in denen sie ganze Schichten zusammensetzten, so zeigen sich doch mannigfaltige Arten, welche in allen Stockwerken der Kreide verbreitet sind. Die Gattung *Siphonia*, Fig. 482, hat einen meist flaschen- oder birnförmigen Körper, der aus einem dichten Fasergewebe gebildet ist, das von zweierlei verschiedenen Canälen durchzogen wird. Die einen dieser Canäle sind rund, gehen im Inneren von unten nach oben und öffnen sich an der Oberfläche gewöhnlich im Kreise um einen tiefen becherförmigen Eindruck; die anderen Canäle sind unregelmässig, eng und münden an den Seiten gewöhnlich mit unregelmässigen und zerfressenen Oeffnungen. Die meisten Arten

Fig. 482.



Siphonia pyriformis.
Von der Insel Wight.

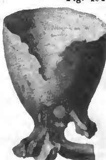
Fig. 483.

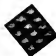




Camerospongia fungiformis.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 484.





Coscinopora cupuliformis.
Aus der weissen Kreide.

haben einen mehr oder minder langen verästelten Stiel, mit welchem sie auf dem Boden aufsitzen, der aber gewöhnlich verloren geht, so dass man nur den birnförmigen Kopf findet.

Man zählte früher zu demselben Genus die Gattung *Camerospongia*, Fig. 483, welche sich indessen dadurch unterscheidet dass man nur die untere Fläche des hutförmigen Schwammes löcherig ist, während die

obere, die eine runde, becherförmige Vertiefung in ihrer Mitte zeigt, von einer durchaus glatten Fläche umgeben ist.

Die Coscinoporen, Fig. 484, bilden einen sehr breiten, tiefen, dünnwandigen Becher, der auf einer Art Wurzel ruht. Aeusserst zahlreiche kleine, rautenförmige Oeffnungen stehen im Quincunx dicht aneinander gedrängt in dem porösen Gewebe.

Wie schon oben bemerkt, gewinnen die Rhizopoden oder Foraminiferen eine ganz besondere Bedeutnng in den Kreideschichten, indem sie hauptsächlich einen grossen Theil der weissen Kreide zusammensetzen und nicht minder häufig in den Kreidemergeln vorkommen. Bisher waren dieselben nur wenig entwickelt, so dass es unnöthig gewesen wäre, auf ihre weitere Eintheilung einzugehen; — in der Kreide aber zeigen sich schon Repräsentanten der meisten Ordnungen und §. 664.

Fig. 485.



Orbitoides media. Aus der weissen Kreide. Von oben.

Fig 486.



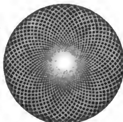
Senkrechter Durchschnitt.

Fig. 487.



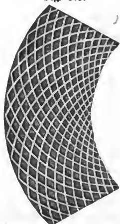
Profilansicht.

Fig. 488.



Horizontalabschnitt.

Fig. 489.



Vergrösssertes Stück des Horizontalabschnittes.

Familien. Die Familie der Cyclostegier hat scheibenförmige Schalen, welche aus concentrischen Kammern bestehen, die einfach oder vielfach sind, aber niemals in einer Spirale sich ordnen; die hier abgebildete Gattung, Fig. 485 bis 489, zeigt eine schildförmige Schale, die auf beiden Seiten convex ist und eine einzige Reihe von Kammern im Umkreise der Scheibe besitzt; diese ist selbst in der Mitte stark incrustirt, so dass sie eine nabelförmige Erhöhung bildet, und zeigt auf der Aussenfläche entweder strahlende Linien oder Granulationen, welche die Schale leicht von den ähnlichen Gattungen *Orbitolites* und *Orbitolina* unterscheiden lässt, indem die erstere, welche auf beiden Seiten gleich gebildet ist, concentrische Linien auf der Oberfläche hat, die letztere dagegen anf der unteren Fläche concav ist und dort die Kammern sehen

lässt. Die Unterscheidung dieser drei Gattungen erscheint deshalb besonders wichtig, weil man sie bis jetzt oft mit den Nummuliten verwechselte, welche als charakteristische Versteinerungen in höheren, den Tertiärperioden angehörenden Schichten, und zwar nur in diesen vorkommen.

§. 565. Die Familie der **Stichostegier** besitzt Schalen, deren Kammern in gerader Reihe hintereinander stehen und mit ihren Enden sich so an einander schliessen, dass sie eine gerade oder etwas gekrümmte, aber niemals spiralig aufgerollte Axe zeigen. Zu dieser Familie gehören die Dentalinen, Fig. 490, freie, regelmässige, conische, oft etwas gekrümmte Schalen, welche aus kugeligen, zuweilen etwas schiefen Kammern zusammengesetzt sind. Die letzte Kammer ist convex, oft länglich ausgezogen; die Oeffnung ist rund und ständig, etwas auf der Seite gelegen; die Kammern durch wenig vorspringende Einschnürungen von einander geschieden.

§. 566. Die Familie der **Helicostegier** zeigt Schalen, deren Kammern auf eine einzige Axe aufgereiht, aber spiralig gerollt sind, so dass das Ganze gewöhnlich einer gekammerten Schneckenschale gleicht. Man kann hier zwei Gruppen unterscheiden, indem bei den einen, welche mehr den Nautilen gleichen, die Schale gleichseitig ist und sich in derselben Ebene einrollt, während bei den anderen eine thurmförmige Schneckenwindung sich findet, welche sie mehr den gewöhnlichen Schnecken gleichen lässt. Zu der ersten Gruppe gehört die Gattung *Lituola*, Fig. 491 und 492, welche in der Jugend eine aufgerollte, nautilusähnliche Schale besitzt, die aber später in gerader Richtung sich fortsetzt, so dass die ältere Schale einem Bischofsstabe ähnlich sieht. Die Kammern dieser Gattung sind mit einem porös schwammigen Gewebe angefüllt.

Fig. 490.



Dentalina sulcata. Aus der weissen Kreide.

Fig. 491.





Lituola nautiloidea. Aus der weissen Kreide. Daneben der Querschnitt der Schale.

Fig. 492.



Dieselbe jung, stärker vergrössert.

Die Flabellinen, Fig. 493, gehören derselben Gruppe an. Die Kammern dieser Gattung sind im jüngeren Alter schief und nehmen später eine winklige Gestalt an.

Zu den thurmförmig gewundenen Helicostegiern gehören die Buliminen, Fig. 494, spiralig gewundene Schalen mit länglicher Spindel und wenig vorspringenden Kammern, die sich mehr oder minder decken. Die Oeffnung ist länglich spaltförmig oder rund, seitlich am oberen Winkel der letzten Kammer gelegen.

Die Gattung *Chrysalidina*, Fig. 495, hat eine puppenförmige unregelmässig spiralige Schale, welche an dem oberen Theile der drei

Fig. 493.



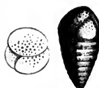
Flabellina rugosa.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 494.



Bulimina obliqua.
Weisse Kreide.

Fig. 495.



Chyrysalinida gradata.
Aus dem Cénomanien.

letzten Kammern zahlreiche zerstreute Mündungen besitzt. Sie kommt nur in dem Kreidetuff vor.

§. 667. Die Familie der Enallostegier hat Schalen, die aus zwei oder drei Reihen von Kammern bestehen, welche, ohne eine Spirale zu bilden, sich mit zunehmender Grösse fortsetzen. Gewöhnlich stehen diese Kammern in ihren Reihen abwechselnd, so dass die Schale im Ganzen ein thurmförmiges Ansehen erhält. Die Schalen der Textularien, Fig. 496 und 497, sind frei, regelmässig, conisch, aus runden oder keilförmigen Kammern zusammengesetzt, die auf zwei Längsaxen stehen, mit einander alterniren und sich theilweise decken, und an deren innerer Seite sich eine halbmondförmige, quere Oeffnung findet.

Fig. 496.



Textularia aciculata,

Fig. 497.



Textularia striata,

Aus der weissen Kreide.

Fig. 498.





Cuneolina pavonia.
Von vorn, von der Seite und von oben.

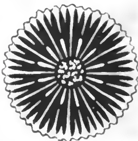
Zu derselben Familie gehören die Cuneolinen, Fig. 498, keilförmig zusammengedrückte Schalen, die aus abwechselnden regelmässigen Kammern bestehen, welche eine grosse Anzahl von Oeffnungen zeigen. Sie finden sich ebenfalls nur in dem Kreidetuffe.

§. 668. Unter den Polypen zeichnen wir folgende Formen aus, welche theilweise für die Schichten charakteristisch erscheinen. Die Gattung *Cyathina*, Fig. 499 a. f. S., bildet den Typus einer Gruppe in der Familie der Turbinolien, welche stets vollständig geöffnete Kammern besitzt und

eine undurchbohrte Mauer mit vollkommenen Lamellen als Scheidewände, zu welchen bei den Cyathinen noch secundäre, von der inneren Säule ausgehende Pflöcke kommen. Die Gattung *Cyathina* selbst hat einfache, angewachsene, zugerundete Polypenstöcke mit zusammengedrückter Celumella, einfachen Rippen und einer einfachen Krone von grossen, freien Pfählchen, die um ein büschelförmiges Säulchen stehen. Die hier abgebildete Art ist charakteristisch für den Gault.

Fig. 499.

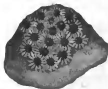


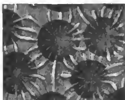


Cyathina Bowerbanki. Aus dem Albien.

§. 669. In der Familie der **Eusmiliden** finden sich gemeiniglich massige Korallenstöcke, die zuweilen indessen in dünnen Blättern sich ausbreiten und deren Zellen vielfache Strahlen haben, mit dicken Wänden und ohne innere Säulchen. Zwischen den Zellen ist die Zwischenmasse bedeutend stark, meistens blätterig oder körnig oder auch schwach gestreift, und die Sternleisten setzen sich gewöhnlich über diese Zwischenmasse fort und verschmelzen von einer zu der anderen Zelle. Bei der Gattung *Tetracaenia*, Fig. 500, finden sich tiefe, becherförmige Zellen

Fig. 500.





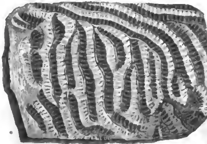


Tetracaenia Dupiniana. Aus dem Aptien.

mit erhabenen, nach vier Systemen geordneten Sternleisten ohne innere Säulchen. Die abgebildete Art ist charakteristisch für das aptische Gebilde.

Die Familie der **Mäandriden** zeigt tief gezackte, stachelige oder §. 670.
gezähnelte Zwischenwände und lange, gangartige Zellen, welche so zusammenfliessen, dass gewundene Züge erzeugt werden, so dass der Korallenstock einer schraffirten Bergkette nicht unähnlich sieht. Die Gattung *Maeandrina*, Fig. 501, zeigt sehr schwammige Säulchen und die Mauern der Polypenzellen sind zu einfachen Rippen verwachsen.

Fig. 501.



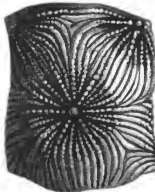
Maeandrina pyrenaica. A. d. Hippuritenkalk (Turonien).

In der Familie der **Augenkorallen** (*Oculinida*) finden sich ge- §. 671.
wöhnlich baumartig verästelte Polypenstöcke mit kleinen, rundlichen Zellen und ungemein harter und fester Knochensubstanz. Bei der Gattung *Synhelia*, Fig. 502, sind die Aeste gedrungen, die Knospen

Fig. 502.



Synhelia Sharpeana.
Aus der weissen Kreide.



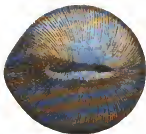
Ein Stück vergrössert.

meist in Spiralen gestellt, die Sternleisten ungleich stark, gekerbt und knotig und in der Mitte der Zelle ein dünnes Säulchen entwickelt.

Durch einen freien, einfachen, zusammengedrückten, rundlichen §. 672.
oder länglichen Korallenstock, der auf seiner Oberfläche mit zahlreichen, von einer mittleren Grube auslaufenden Strahlenleisten bedeckt ist, zeichnet sich die Familie der **Schwammkorallen** (*Fungida*) aus.

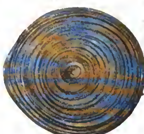
Bei der Gattung *Cyclolites*, Fig. 503 bis 505, findet sich ein rundlicher oder länglicher convexer Korallenstock, der mit einer Unzahl sehr dünner Sternleisten bedeckt ist, die von einer länglichen, seichten und engen Spaltgrube ausgehen. Die untere Fläche ist mit einem concentrisch gestreiften Fussblatte bedeckt.

Fig. 503.



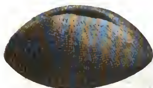
Cyclolites elliptica.

Fig. 504.



Von unten.

Fig. 505.



Cyclolites elliptica. Von der Seite.

Fig. 506.



Marsupites Milleri.
Aus der weissen Kreide.

§. 673. Die weisse Kreide besitzt eine merkwürdige Uebergangsform zwischen den Crinoiden und den Haarsternen (*Comatula*) in der durch mehre Arten repräsentirten Gattung *Marsupites*, Fig. 506. Dieselbe hatte einen aus Platten zusammengesetzten Kelch, aber wahrscheinlich keinen Stiel, indem die Basalplatte keine Spur einer Anheftungsstelle zeigt und wahrscheinlich kurze Arme, die im Kreise um die Mundöffnung standen, meist aber verloren sind. Es finden sich am Kelche drei Reihen von Platten übereinander, deren oberste die Armansätze trägt. Die Gattung ist nur auf die weisse Kreide beschränkt.

§. 674. Unter den Echinodermen der Kreide zeichnen sich besonders die zahlreichen Séeigel aus, von denen viele Arten ganz ausgezeichnete Leitversteinernngen zur Bestimmung der einzelnen Schichten sind. Aus den übrigen Ordnungen der Stachelhäuter erwähnen wir hier nur die Gattung *Palaeocoma*, Fig. 507, aus dem Grünsande von Aachen, welche sich vor den übrigen Schlangensternen dadurch auszeichnet, dass

sie an den Armen vier Reihen grösserer Schuppen ohne Zwischenschuppen trägt.

Fig. 507.



Palaeocoma Fürstenbergi.

Eine eigenthümliche Gruppe bilden unter den Seeigeln die Salenien, meist kleine, rundliche Seeigel mit dicker Schale und ziemlich grossen Warzen, die auf ihrem Scheitel ein grosses Schild tragen, welches aus mehr als zehn Stücken zusammengesetzt ist, wodurch das Afterschild excentrisch wird, und oft eine höchst eigenthümliche Beschaffenheit hat. Im Uebrigen gleichen diese Seeigel durch den weiten Mund und die übrigen Charaktere der Schale sehr der Familie der eigentlichen Echinusarten. Bei der Gattung *Salenia*, Fig. 508, ist die Scheitelscheibe sehr gross, kreisrund, etwas wellenförmig, im Umkreise aus fünf durchbohrten Genitaltafeln, fünf Augentafeln und einer Aftertafel zusammengesetzt, welche excentrisch liegt, so dass die weite Afteröffnung nach der Seite gedrängt ist. Die hier abgebildete Art kommt besonders im Cénomanien vor. §. 675.

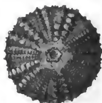
Fig. 508.



Salenia personata (scutigera). Aus dem Cénomanien.

Zu den eigentlichen Echiniden gehört die Gattung *Goniopygus*, Fig. 509, deren Scheitelscheibe aus zehn dreieckigen Täfelchen besteht, die vollkommen getrennt sind, einen strahligen Stern bilden und die centrale Afteröffnung im Kreise umstehen. Eine Afterplatte fehlt.

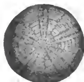
Fig. 509.

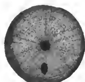



Goniopygus major.
Aus dem Cénomanien. Von der Seite und von vorn.

§. 676. Besonders charakteristisch für die Schichten der Kreide sind viele Gattungen der Familie der Galeriden, die wir schon beim Jura zu charakterisiren Gelegenheit fanden. Die Gattung *Discoidea*, Fig. 510 und 511, zeigt einen kreisrunden Umfang und eine platte Unterfläche, so dass sie fast die Gestalt einer in der Mitte durchschnittenen Kugel hat. Der Mund befindet sich auf der

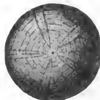
Fig. 510.

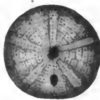




Discoidea subuculus. Aus dem Cénomanien.

Fig. 511.





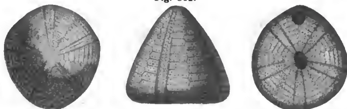
Discoidea cylindrica. Aus dem Albien.

unteren Fläche in dem Centrum und ist kreisrund, während der After nach hinten zu eine gewöhnlich ovale Spalte auf derselben Fläche bildet. Die Stachelwarzen sind sehr klein, aber dennoch durchbohrt, gekerbt und in regelmässige Reihen gestellt. Im Inneren der Schale finden sich Scheidewände, welche auf den meist verkieselten Steinkernen Einkerbungen zurücklassen.

§. 677. Die Galeriten, Fig. 512, sind mehr oder minder abgerundet, fünfeckig, meist ziemlich hoch und hinten gegen die Basis hin abgestutzt,

die Unterfläche ist platt und in ihr finden sich beide Oeffnungen des Darmes, Mund und After; ersterer, von zehneckiger Form, liegt in

Fig. 512.

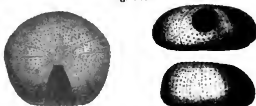


Galerites albogalerus.
Aus der weissen Kreide. Von oben, von der Seite und von unten.

der Mitte, letzterer am hinteren Rande. Die Fugen der einzelnen Platten, aus welchen die Schale zusammengesetzt ist, zeigen sich meist sehr deutlich; die darauf befindlichen Knötchen für die Stacheln sind nur sehr schwach und wenig entwickelt. Die Amhulacren sind einfach, und die Porenreihen, aus denen sie zusammengesetzt sind, erstrecken sich in einfacher, gerader Linie von der Spitze der Schale zum Munde.

Die Gattung *Pygaster*, Fig. 513, hat eine niedergedrückte Gestalt,

Fig. 513.



Pygaster truncatus. Aus dem Cénomanien.

zehneckigen Mund und eine sehr grosse Afteröffnung, welche auf der oberen Seite nach hinten zu in einer weiten birnförmigen Vertiefung liegt. Die Stachelwarzen sind durchbohrt und gekerbt und in regelmässige Reihen gestellt.

Zu der Familie der Herzigel (*Spatangida*), welche eine unregelmässige Gestalt, blattförmige Fühlergänge, excentrischen Mund und After und keinen inneren Zahnapparat besitzen, und zwar zu der Gruppe der eigentlichen Herzigel mit ganz blattförmigen paarigen Fühlergängen, gehört die Gattung *Toxaster*, Fig. 514 a. f. S., bei welcher die dünne Schale mit kleinen Körnchen bedeckt ist, zwischen welchen etwas grössere Stachelwarzen eingestreut stehen. Der Mund ist fast central, klein, §. 678.

quer elliptisch, steht auf der unteren Fläche nach vorn in einer Vertiefung, während der After hinten meist auf der oberen Fläche ange-

Fig. 514.

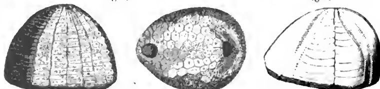


Toxaster complanatus. Aus dem Néocomien.

bracht ist. Die hier abgebildete Art ist charakteristisch für die untere Hilsbildung oder das mittlere Néocomien.

Zu derselben Familie, aber zu der Gruppe der Ananchiden, deren blattartige Fühlergänge sich erst am Ende schliessen, gehören die Gattungen *Ananchytes* und *Hemipneustes* (Fig. 515 u. 516. Die erste hat keine Mundfurche, fünf gleiche Fühlergänge und begreift grosse

Fig. 515. Fig. 516.



Ananchytes ovata. Aus der weissen Kreide.

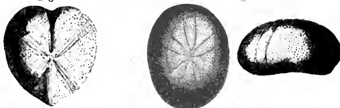
Hemipneustes radiatus Aus dem Danien.

Sceigel mit dicken Schalen. Noch grösser sind die Hemipneustes-Arten, mit schmaler tiefer Vorderrinne und sehr geöffneten Fühlergängen.

Die Gattung *Micraster* (Fig. 517), die ebenfalls den ächten Herzigeln angehört, enthält ziemlich grosse Arten von Herzform mit etwas vertieften Fühlergängen und breiter seichter Vorderrinne.

§. 679. Zu der Gruppe der Caratomen in der Familie der Cassiduliden gehört die Gattung *Pygaulus* (Fig. 518), welche einen elliptischen Um-

Fig. 517. Fig. 518.



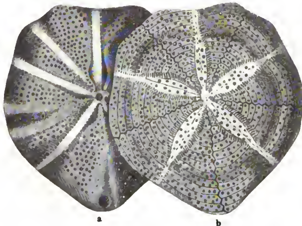
Micraster cor-anguinum. Aus der weissen Kreide.

Pygaulus Moulinsi. Aus den Néocomien.

riss und etwas ausgehöhlte Unterfläche besitzt und einen centralen fünfeckigen Mund ohne Wülste und ohne Rosetten. Die Ambulacren stellen langgezogene Blätter vor, welche nach unten geöffnet sind. Der After liegt an der Hinterfläche und springt etwas vor.

Zu derselben Familie der Cassiduliden, die einen centralen Mund, keinen inneren Zahnapparat, blattförmige Fühlergänge und centralen, eckigen Mund besitzt, aber zu der Gruppe der Nucleoliden, bei welcher die Fühlergänge eine deutliche fünfstrahlige Blume auf der Oberfläche besitzen, gehört die Gattung *Pygurus*, grosse platte, unregelmässig fünfeckige Seeigel mit engerem unpaarem Fühlerblatte und am Rande gelegenem After (Fig. 519).

Fig. 519.



Pygurus rostratus.

Ganz besonders ausgezeichnet sind in der Kreideperiode die Bryozoen und Moosthiere, welche man fast auf allen Versteinerungen angesiedelt findet. Die Familie der Eschariden zeigt gewöhnlich krugförmige, ovale oder sechseckige deutliche Zellen, die meistens von aussen eingerahmt sind und eine verengte, oft flache oder selbst vertieft liegende Mündung haben, welche durch einen hornigen Deckel geschlossen werden kann. Die Zellen liegen gewöhnlich in Reihen und bilden bald freie verästelte Stämmchen, bald auch hautartige Ausbreitungen, die indessen in ihrem Ganzen stets regelmässige Formen zeigen. Die Gattung *Vincularia*, Fig. 520 a. f. S., hat Stämme mit drehrunden oder prismatischen Zweigen, die stets gleichbleibende Dicke besitzen und sich regelmässig in zwei Zweige theilen. Diese Stämme zeigen keine Gliederung, aber regelmässige Gelenke, und die Zellen stehen in 6 bis 14 Längsreihen wechselständig um den Stamm herum. §. 680.

§. 681. Die Familie der Celleporiden zeigt deutliche kalkige oder hornige Krugzellen von ovaler oder sechseckiger Gestalt, die fast immer aus einer netzförmigen Kruste gebildet sind. Die Oeffnung dieser Zellen ist eng, rundlich oder halbmondförmig und steht an einer Seite der Zelle. Zuweilen finden sich noch andere Oeffnungen in dem Deckel der Zellen, die gewöhnlich in abwechselnden Reihen stehen. Der Polypenstock selbst ist stets blattförmig und die Zelle nur auf einer Fläche angebracht, während die andere Fläche ein einfaches Kalkblatt bildet, das sich gewöhnlich auf anderen Gegenständen ausbreitet, zuweilen aber auch so in freien Falten erhebt, dass die Rückenseite der Falte sich aneinanderlegt. Bei der Gattung *Escharina*, Fig. 521, finden

Fig. 520.

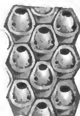






Vincularia regularis. A. d. weissen Kreide. Daneben die natürliche Grösse.

Fig. 521.





Escharina Oceani. Aus dem Cénomanien. Daneben d. Masse in natürlicher Grösse.

sich gewölbte Kalkzellen, die stets nur eine einzige Schicht bilden und horizontal oder im Quincunx gereiht sind.

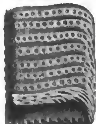
§. 682. Die Familie der Reteporiden zeigt verschlossene, meist zerstreute Kalkzellen auf dichotomen oder netzförmig mit einander

Fig. 522.



Reteculipora obliqua. Aus der weissen Kreide. In natürlicher Grösse.

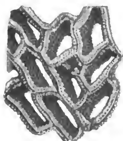
Fig. 523.



Ein Blatt, stärker vergrössert, um die Zellenreihen zu zeigen.

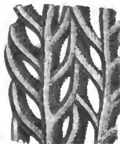
verbundenen Aesten, die einen federförmigen oder büschelförmigen Polypenstock bilden. Die Zellen haben eine kleine, rundliche Oeffnung, die in der Axe der Zelle steht. Bei der Gattung *Retecdipora*, Fig. 522 bis 525, wird der Polypenstock aus hohen, vertiealen Blättern gebildet,

Fig. 524



Aeussere Fläche vergrössert.

Fig. 525.



Innere Fläche vergrössert.

die netzförmig mit einander verbunden sind und auf deren Seiten die Zellen in senkrechten Linien geordnet stehen, so dass eine jede Zelle horizontal in die Wand eingepflanzt ist.

Zur Familie der Myriozoiden gehören baumförmige Polypenstöcke mit zahlreichen löcherförmigen Zellen, welche zerstreut auf den cylindrischen Aesten stehen und im Alter allmälig obliteriren. Bei der Gattung *Echinopora*, Fig. 526, finden sich röhrenförmige Zellen auf allen Punkten der Zweige vertheilt und in einer Kalkmasse eingebohrt, welche selbst eine löcherige Structur hat. §. 683.

Fig. 526.



Echinopora Paulini. Aus den Albien. Daneben ein Stück vergrössert.

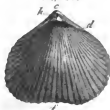
Unter den Brachiopoden der Kreide zeichnen wir die Gattung *Rhynchonella*, Fig. 527 bis 529, §. 684.

Fig. 527.



Rhynchonella sulcata. Von der Seite.

Fig. 528.



Von der Bauchschale aus.

Fig. 529.



Vom unteren Rande.

Aus dem Néocomien.

aus, welche eine gewölbte Schale ohne Area mit einem Deltidium besitzt und eine runde Oeffnung unter dem gebogenen Schnabel der grösseren Schale, die von einem runden Wulste umgeben ist. Die meisten Arten dieser Gattung zeigen tiefe Falten, welche von dem Schlosse ausstrahlen.

Zu der Familie der eigentlichen Terebrateln gehört die Gattung *Terebrirostra*, Fig. 530 bis 532, welche sich durch einen sehr langen

Fig. 530.



Terebratula (Terebrirostra) lyra. Aus dem Turonien.

Fig. 531.



Terebratula biplicata. A. d. Cénomanien.

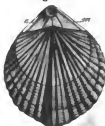
Fig. 532.



Terebratula sella. A. d. Urgonien.

Schnabel mit kleiner Oeffnung an der Spitze, wodurch das Deltidium ausgeschnitten ist, auszeichnet. Ferner gehört dazu die Gattung *Terebratella*, Fig. 533 bis 535, welche eiförmige oder querovale flache

Fig. 533.



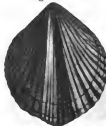
Terebratella Asteriana. Aus dem Albien. Von d. Bauchschale aus.

Fig. 534.



Von der Seite.

Fig. 535.



Von der Rückenschale.

Schalen, eine grosse Area und eine runde Oeffnung an der Spitze eines zweilappigen Deltidiums besitzt. Die Gattung unterscheidet sich von den eigentlichen Terebrateln, von welchen wir zwei charakteristische Arten, Fig. 531 u. 532, abbilden, durch die Anwesenheit einer Area, welche den letzteren fehlt.

§. 685. Eine besondere Gruppe bilden die Cranien, Fig 536 bis 539, von welchen auch einige Arten lebend vorkommen. Die kleinen Schalen dieser Muscheln sind aufgewachsen, fast kreisrund, aber ungleich,

Fig. 536.



Crania Ignabergensis. In natürlicher Grösse.

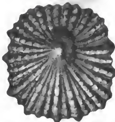
Fig. 537.



Vergrössert von der Seite.

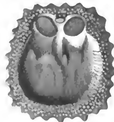
indem die aufgewachsene Schale flach, die freie kegelförmig ist mit excentrischem Scheitel. Die Unterklappe hat in der Mitte einen schar-

Fig. 538.



Von oben.

Fig. 539.

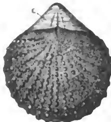


Innenseite der Schale.

fen Vorsprung, zu dessen beiden Seiten die zwei inneren Muskeleindrücke sich finden, und am Rande gelappte Manteleindrücke. An der Oberschale fehlen der Vorsprung und die Lappenzeichnungen; sie hat, wie die Unterschale, am oberen Rande zwei kreisrunde Muskeleindrücke und in der Mitte einige unbestimmte Erhöhungen. Der Rand beider Schalen ist warzig.

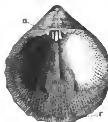
Eine ganz eigenthümliche Gruppe unter den Brachiopoden bilden diejenigen Gattungen, bei welchen keine eigentlichen Arme mehr vorkommen, dagegen die Ränder des Mantels ungemein entwickelt und mit langen Cirrhen versehen sind. Die Familie der Thecideen zeigt aufgewachsene kalkige regelmässige Schalen von röhriger Structur, die symmetrisch sind, ein einfaches Schloss besitzen und im Inneren einen sonderbar complicirten Apparat, der die Arme zu vertreten scheint. Die Gattung *Thecidea*, Fig. 540 bis 543, selbst hat dicke, löcherige sehr ungleichklappige Schalen, von denen die grössere untere stark gewölbt ist und einen krummen Schnabel zeigt, auf dessen Krümmung man oft eine Anheftungsfläche sieht. Das Schlossfeld ist gross, dreieckig und mit einem verwachsenen Deltidium bezeichnet, die Schloss- §. 686.

Fig. 540.



Thecidea papillata. A. d. weissen Kreide. Von der Bauchschale aus. *c* Deltidium.

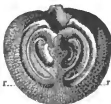
Fig. 541.



Innere Ansicht der grossen Schale. *n* Schlosszähne. *r* Mantelrand.

linie gerade, mit zwei Zähnen zur Aufnahme der kleinen Schale. Die grosse Schale besitzt innen eine vorspringende Leiste und einen Kamm

Fig. 542.



Innere Ansicht der kleinen Schale.
r Gänge.

Fig. 543.



Seitenansicht.

an dem Schlosse, die kleine platte Schale dagegen drei bis vier gebogene Gänge, die vom Schlosse ausgehend wieder gegen die Mittellinie sich zubiegen, dort blind enden und durch vorspringende Leisten geschieden sind.

§. 687. Eine höchst eigenthümliche Gruppe von Schalen, über deren Stellung die Arbeiten von Bayle Aufschluss gegeben haben, wird durch die Familie der Rudisten oder Hippuriten gebildet, die fast immer in Bänken vereint vorkommen und aus zwei ungleichen Schalen zusammengesetzt sind. Die Muscheln sind mit der unteren Schale festgewachsen und stellen gewöhnlich einen Doppelkegel vor, dessen Hälften gerade und dutenförmig oder spiralig gebogen sind und dessen obere Hälfte von der kleineren Deckelschale gebildet wird, die zuweilen vollkommen flach ist. Die Schalen sind ungemein dick, ihre äussere Form gewöhnlich unregelmässig, wie dies bei allen Bänke bildenden Muscheln der Fall ist, die sich in ihrem Wachsthume nach dem gerade vorhandenen Raume richten müssen. Die Asymmetrie der Schale ist aufs Höchste getrieben und die ganze innere Structur weicht von den bekannten Muscheltypen so sehr ab, dass es schwierig ist, sich eine Vorstellung von dem Thiere zu machen, zumal da die ganze Familie gänzlich auf die Kreideperiode beschränkt ist. Die untere Schale hat in ihrem Inneren vorspringende Leisten und Längsfalten, wodurch ihre Höhle in mehrere Theile getrennt wird, und da ausserdem das Thier beim Aelterwerden sich aus der Tiefe der unteren Schale immer mehr zurückzog und dieselbe durch unregelmässige Querwände ausfüllte, so entspricht die innere Höhle in ihrer Grösse durchaus nicht dem äusseren Umrisse. Trotz dieser Querscheidewände bleibt im Inneren eine Art von Scheide leer, die den Zähnen des Schlosses zum Einsatze dient. Die obere Schale ist gewöhnlich flach, deckelartig, zuweilen zipfelförmig gewunden und zeigt auf der Innenseite gewöhnlich zwei

Vorsprünge, die zur Befestigung der Schliessmuskeln dienen. Aussor diesen Vorsprüngen finden sich noch zwei starke grosse Schlosszähne, welche tief in die Unterschalen eingreifen und so von der Mitte der Oberschale ausgehen, dass der Deckel nicht klappenartig bewegt werden kann, wie bei den übrigen Muscheln, sondern senkrecht auf und nieder bewegt werden musste, um die Schale zu öffnen. Ein Schlossband fehlt gänzlich. Die Structur der Schalen ist sehr auffallend; ihre innere Schicht, die Querscheidewände und die Vorsprünge sind aus dichter Kalkmasse gebildet, die sich leicht auflöst. Die Hauptmasse der Schale ist porös zellig oder längsfaserig, die äussere Oberfläche rauh, querblätterig und längsgerippt und von mannigfaltigen Canälen und verzweigten Röhren durchzogen, die wahrscheinlich von Mantelfortsätzen des Thieres ausgefüllt waren. Die Schalen sind sehr dick und werden durch Infiltration von Steinmasse oft ungeheuer schwer. Die Steinkerne, welche die innere Höhlung ausfüllen, sind verhältnissmässig zu der Muschel sehr klein, bestehen aus zwei ungleichen, mit der Basis aneinandergesetzten Kegeln und wurden früher unter dem Namen *Birostrites* unterschieden. Man hat in dieser Familie jetzt etwa 90 Arten unterschieden, die in acht Gattungen vertheilt sind.

Die Gattung *Hippurites*, Fig. 544 bis 547 a. f. S., zeigt eine grosse, conische, am Grunde spitz zulaufende, gerade oder gebogene Unterschale, welche mit der Spitze aufgewachsen ist und zuweilen auch seitlich mit den Nachbarn zusammenwächst. Die Schale zeigt aussen Längsrippen und Falten und innen viele unregelmässige Querwände und hat keine Canäle in ihrer Masse. Die obere Schale ist sehr flach, kaum in der Mitte erhaben und von verzweigten Canälen durchsetzt, die von innen her aufsteigen und sich auf der Aussenfläche öffnen. Auf der beigefügten Figur sieht man die Oberfläche der beiden Schalen in verschiedenen Zuständen der Verwitterung. Bei *a* zeigt sich die Oberfläche der kleineren Schale in wohlerhaltenem Zustande mit den äusseren Oeffnungen der Canäle; bei *b* ist die Oberfläche abgehoben, so dass man die grösseren Aeste der Canäle sieht, und bei *c* endlich ist die ganze poröse Schicht weggenommen, so dass man die Strahlencanäle in der Nähe der inneren Fläche der kleinen Schale sieht. Auf dem weiteren Umkreise der Figur, und namentlich bei *d*, erblickt man verzweigte Eindrücke, welche vielleicht von Faltungen des Mantels herrühren. Mit dem Buchstaben *e* sind die beiden vorspringenden Leisten der unteren Schalen bezeichnet, die für die Hippuriten charakteristisch sind.

Die Gattung *Radiolites* unterscheidet sich von den in der Form verwandten Hippuriten und Sphäruliten hauptsächlich durch die innere Structur, indem die vorspringenden inneren Leisten der grossen Schale fehlen und die Schlosszähne der kleinen Schale, die durch besondere Stiele angewachsen sind, in Cannelirungen der Schlossgruben spielen.

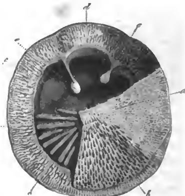
Die Gattung *Sphaerulites*, von welcher wir hier eine charakteristische Art abbilden, Fig. 548, steht zwischen den Radioliten und

Fig. 544.



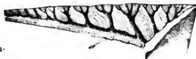
Hippurites Toucasiana. Aus d. Turonien. In ganzer Gestalt, verkleinert.

Fig. 545.



Oberfläche der Schale von *Hippurites bioculata* mit halb erhaltenem Deckel.

Fig. 546.



Durchschnitt des Deckels, um die Canäle zu zeigen.

Fig. 547.



Hippurites organisans. Aus dem Turonien.

Fig. 548.



Sphaerulites radiosus. Aus dem Turonien.

Hippuriten in der Mitte, indem die Schlosszähne cannelirt sind, wie bei den Radioliten, dagegen eine vorspringende Leiste existirt wie bei den Hippuriten.

§. 688. Die Gattung *Caprina*, Fig. 549 und 550, hat ebenfalls sehr dickwandige Schalen, aber von bedeutend verschiedener Gestalt, indem die

Unterklappe kegelförmig oder schief kreiselförmig, mehr oder minder lang und an der inneren Seite mit einer Längsfurche versehen ist, während die Oberschale bald mützenförmig, bald selbst spiralig gewunden ist und in ihrer Substanz unverzweigte Canäle zeigt, die sich indessen nicht auf der Aussenfläche öffnen. Die Oberschale zeigt auf

Fig. 549.



Caprina Aguiloni. Aus dem Turonien.

Fig. 550.

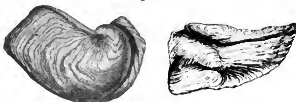


Die kleine Schale von innen.

ihrer Innenseite zwei grosse kreiselförmige Höhlen und einen breiten Schlosszahn, neben welchem noch ein zweiter Zahn an dem Rande der Schale steht. Die Muscheln sind so aufgewachsen, dass sie schief mit dem Nabel nach oben stehen, so dass die äussere Seite der Naht zwischen beiden Klappen nach oben gerichtet ist. Die untere Klappe füllt sich wie bei den vorigen mit Querscheidewänden aus.

In der Austernfamilie giebt es zahlreiche Arten, welche für die einzelnen Schichten charakteristisch erscheinen, und es erleidet der §. 689.

Fig. 551.



Exogyra (Ostrea) aquila.
Von oben und von der Seite. Aus den Aptmergeln.

Typus der Familie selbst insofern einige Veränderung, dass die Gryphäen, die im Jura so charakteristisch waren, grösstentheils durch Exogyren ersetzt werden, die sich dadurch von den Gryphäen unterschei-

den, dass die Buckeln beider Schalen durchaus seitwärts eingerollt, aber asymmetrisch sind, indem der Buckel der kleinen Schale kaum hervorsteht, sondern in der Fläche des Deckels selbst liegt. In ihren

Fig. 552.



Ostrea carinata.
Aus dem Cénomanien.

Fig. 553.



Ostrea vesiculosa.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 554.



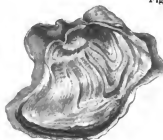
Exogyra sinuata.
Aus dem unteren Grünsand. Von oben.

Fig. 555.



Ostrea larva. Aus der weissen Kreide.
Von oben und vom äusseren Rande.

Fig. 556.

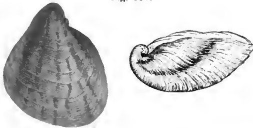




Exogyra Couloni. Von oben und von der Seite. Aus dem Néocomien.

übrigen Charakteren unterscheidet sich die Gattung durchaus nicht von den Gryphäen, und es kann deshalb öfter zweifelhaft sein, ob eine bestimmte Muschel der einen oder der anderen Gattung angehöre.

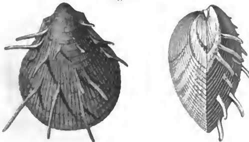
Fig. 557.



Exogyra columba. Von unten und von der Seite. Aus dem Cénomanien.

Die Spondylen, Fig. 558, haben ungleichschalige, beiderseits geöhrte, mehr oder minder stachelige oder blätterige Schalen, deren

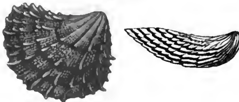
Fig. 558.



Spondylus spinosus. Aus der weissen Kreide.

linker Buckel kurz abgestutzt, der rechte aber verlängert und über den Schlossrand erhaben ist. Das Schloss hat jederseits zwei Zähne. Der

Fig. 559.



Plicatula placunea. Aus dem Aptien.

Fig. 560.



Pecten Beaveri.
Aus dem Cénomanien.

einfache Mundeindruck ist gross, rund, in der Mitte nach hinten zu gelegen, das Band findet sich in einer runden Grube oder Rinne des Schlossrandes zwischen den Schlosszähnen.

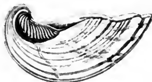
Zu den schon früher charakterisirten Plicatulen gehört eine Art, welche wir hier abbilden, Fig. 559 a. v. S., und die charakteristisch ist für die Plicatulenmergel.

§. 690. Zu der Familie der Kammmuscheln, von deren typischer Gattung wir hier eine charakteristische Art abbilden, Fig. 560 a. v. S., gehört ausserdem die Gattung *Janira*, Fig 561 u. 562, die sich dadurch von den Kamm-

Fig. 561.

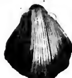


Janira atava. Aus dem Néocomien.



Von der Seite.

Fig. 562.



Janira multicostata.
Aus dem Cénomanien.

muscheln unterscheidet, dass die untere Schalenhälfte gewölbter, die obere dagegen flacher ist, während der entgegengesetzte Fall bei den Kammmuscheln statthat. Es begreift diese Gattnng diejenigen Kammmuscheln, welche zu beiden Seiten einer jeden Schale zwei fast gleich grosse Ohren und keinen merklichen Byssusausschnitt besitzen.

§. 691. Die Inoceramen, Fig. 563 nnd 564, sind austernartige, unregelmässige und ungleichschalige, zur Familie der Hammermuscheln (*Mallrida*) gehörige Muscheln von fast dreieckiger Gestalt und blätterigem Baue; die Buckeln sind spitzig, stark gekrümmt nnd einander gegenübergestellt; das hinten gelegene Schloss ist gerade mit einer Menge von Einschnitten versehen, in denen ein vielfach getheiltes Band befestigt war. Der Muskeleindruck liegt hinten. Die Gattung beginnt im Lias, findet sich aber sonst nur in der Kreide und stirbt mit dieser Formation ans.

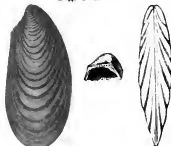
Von den *Inoceramen* unterscheidet sich die Gattung *Catillus*, Fig. 565, hauptsächlich nur durch die fibröse Structur der äusseren Schalenschicht.

Fig. 563.



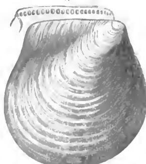
Inoceramus sulcatus. Aus dem Albien.

Fig. 564.



Inoceramus problematicus. Aus dem Turonien. Daneben der Buckel mit dem Schlosse.

Fig. 565.

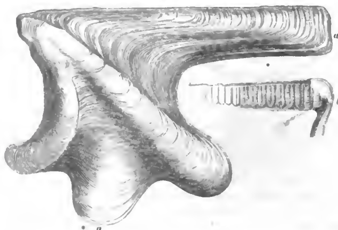


Inoceramus (Catillus) Lamarckii. Weisse Kreide.

Es sind meist sehr grosse und schwere Muscheln, die man selten ganz erhalten findet.

Zu derselben Familie gehört die Gattung *Perna*, Fig. 566, unregelmässige Schalen von faseriger Structur, mit langem, geradem Schlosse, das regelmässig quere Abtheilungen zeigt von parallelen Zähnen und dazwischenliegenden Eindrücken, in welchen das Schlossband befestigt

Fig. 566.



Perna Mulleti. Aus dem Néocomien.

war. Die Schalen haben einen Ausschnitt für den Byssus. Die lebenden Arten in tropischen Meeren.

Fig. 567.

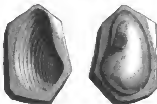


Gervillia anceps.
Aus dem Néocomien.

Die *Gervilien* stehen den *Perna* ganz nahe; sie unterscheiden sich aber durch sehr lange und schiefe Zähne am Schlosse, die ineinander greifen, und durch die Schiefheit der Schlosslinie.

§. 692. Aus der bekannten Gattung der Trigonien bilden wir hier einige Arten ab, welche für die Bestimmung von Kreideschichten um so

Fig. 568.



Trigonia longa. Aus dem Néocomien. Abdruck und Steinkern.

Fig. 569.



Trigonia scabra. Aus dem Turonien. Daneben das Schloss.

Fig. 570.

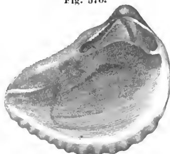
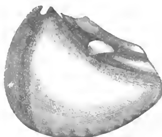


Fig. 571.



Trigonia caudata.
Die linke Schale von Innen. Der Steinkern.

charakteristischer erscheinen, als man bis jetzt nur eine einzige Art dieser Gattung und auch diese nur äusserst selten in den Tertiärschichten gefunden hat. (Fig. 568 bis 572.)

§. 693. Unter den Archenmuscheln erwähnen wir eine Art, deren hier abgebildeter Steinkern häufig vorkommt. (Fig. 573.)

Das Genus *Pectunculus*, Fig. 574, dessen analoge Arten noch jetzt lebend vorkommen, hat eine runde, gleichschalige, fast gleichseitige

Schale, die sich vollkommen schliesst. Das Schloss ist im Winkel gebogen, mit schiefen, durch tiefe Eindrücke getrennten Zähnen versehen.

Fig. 572.



Trigonia caudata. Aus dem Néocomien. Von den Buckeln aus gesehen.

Fig. 573.



Steinkern und Abguss von *Arca fibrosa.* Aus dem Albien.

Das Schlossband liegt aussen zwischen den Buckeln; das Schlossfeld ist mit winkeligen Linien versehen. Der Manteleindruck ist ganz; die Muskeleindrücke symmetrisch an beiden Enden. Der Rand der Muschel zeigt meist feine Zähnelungen.

Fig. 574.



Pectunculus subconcentricus. Aus der chloritischen Kreide.

Die verwandten **Nuculen** zeigen ebenfalls mehrere charakteristische Arten. (Fig. 575 und 576.)

Die **Herzmuscheln** sind ausserordentlich zahlreich in der Kreide und zeigen mannigfaltige Formen, die zum Theil ihrer eigenthümlichen

Fig. 575.

a

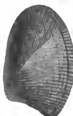


b



Nucula pectinata. Aus dem unteren Grünsand. *a* Die Muschel. *b* Der Steinkern.

Fig. 576.

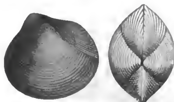




Nucula bivirgata. Aus dem Albien.

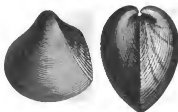
Zeichnung wegen leicht erkenntlich sind und als Leitmuscheln dienen können. (Fig. 577 und 578.)

Fig. 577.



Cardium peregrinum.
Aus dem Néocomien.

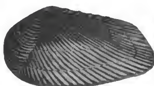
Fig. 578.



Cardium Hillanum.
Aus dem Cénomanien.

§. 694. Zu der Familie der Astartiden gehört die Gattung *Crassatella*, Fig. 579, dicke, schwere Schalen mit wenig vorstehenden Buckeln und innerem Schlossbande. Die rechte Schale hat zwei starke auseinanderweichende Schlosszähne und drei tiefe Gruben, von denen die hintere zur Aufnahme des Schlossbandes bestimmt ist. Die linke Schale hat nur einen Zahn und zwei Gruben.

Fig. 579.





Crassatella Robinaldiana. Aus dem Néocomien.

Die Schalen des Geschlechtes *Opis*, Fig. 580, sind regelmässig,

Fig. 580.

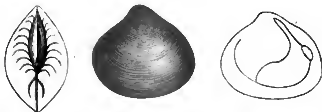


Opis elegans. Aus der chloritischen Kreide.
a Die ganze Muschel von hinten.
b Die linke Schale mit dem Schlosse von innen.
c Die Muschel von der Seite.

symmetrisch, gleichschalig, herzförmig, sehr dick und vollkommen geschlossen. Die Buckeln sind sehr gross und vorstehend; das Schloss sehr complicirt; links aus einem grossen, zusammengedrückten, dreieckigen Zahne und einer engen, tiefen Rinne, rechts aus einer entsprechenden Höhle nebst einem Zahne gebildet. Es finden sich drei Muskeleindrücke, zwei vorn, einer hinten. Sie finden sich nur in jurassischen und Kreideschichten.

Zu der grossen Gruppe der mit Athemröhren versehenen Muscheln, §. 695.
welche deshalb eine Bucht an dem Manteleindrucke besitzen, gehört die Familie der **Venusmuscheln**, welcher man die Gattung *Thetis*, Fig. 581, zugesellt. Keine andere Gattung hat eine so ungeheuer tiefe Mantelbucht, welche sich bis zwischen die Buckeln erstreckt. Die Muscheln selbst gleichen sehr den Venus- oder Herzmuscheln, sind dünnschalig, gleichklappig, rundlich gewölbt, haben kleine Buckeln, ein äusserliches Schlossband und drei bis vier zugespitzte Schlosszähne, von denen die vorderen grösser sind.

Fig. 581.



Thetis laevigata. Von den Buckeln, von der Seite und Umriss des Steinkernes, um die grosse Mantelbucht und den Muskeleindruck zu zeigen.

Die Familie der **Myen** hat besonders in den aus Schlamm hervorgegangenen Schichten der Kreide viele Arten geliefert. (Fig. 582.)

Fig. 582.

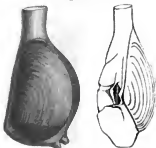


Pholadomya aequivalvis.
Aus der weissen Kreide.

Die Ordnung der **Röhrenmuscheln**, welche an die Schnecken §. 696.
am nächsten herantritt, beginnt erst in den Kreideschichten, um bis auf unsere Zeit zuzunehmen. Der Mantel ist bei diesen Thieren zu einem vollständigen langen Sacke geschlossen, der nach allen Seiten hin die Muschel bedeutend überragt, so dass das Thier die Gestalt eines rundlichen Wurmes hat. Meist ist dieser Mantel nach hinten in eine lange Röhre ausgezogen und zuweilen sondert er auf seiner Oberfläche eine dünne Kalklage ab, die einen hohlen Cylinder bildet, in welchem das

Thier steckt. Die Schalen dieser Muscheln sind sehr dünn, gewöhnlich gerippt und haben meist kein deutliches Schloss. Bei vielen Gattungen erscheinen sie nur als unbedeutende Anhängsel des Thieres oder der Kalkröhre, von welcher es eingeschlossen ist. Bei der Familie der Siebmuscheln (*Aspergillida*) ist der Fuss gänzlich rudimentär, die Schalen ganz oder theilweise in die den Körper umgebende Kalkröhre eingenietet, und das vordere Ende der Kalkröhre mit siebförmigen Röhrenöffnungen besetzt. Bei der Gattung *Clavagella*, Fig. 583, ist die eine Schale frei, die andere in die Kalkröhre verschmolzen, die vorn ziemlich breit wird und am Mundende mit einigen kurzen Röhren besetzt ist. Es stecken die Muscheln im Sande, das Afterende der Kalkröhre nach oben gerichtet.

Fig. 583.



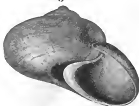
Clavagella cretacea. A. d. weissen Kreide. Von der Seite und dem Schlossrande aus.

Fig. 584.



Natica lyrata. Aus der chloritischen Kreide.

Fig. 585.



Turbo plicatilis. Aus dem Néocomien.

Fig. 586.



Pterocera Pelagi. Aus dem Néocomien.

§. 697. Aus schon früher erwähnten Gattungen der Gasteropoden bilden wir hier einige leicht kenntliche, weit verbreitete charakteristische Arten der Kreide ab. (Fig. 584 bis 589.)

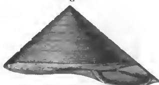
Die Rostellarien, Fig. 590, bieten eine sehr leicht kenntliche Form von Schnecken. Die Schale ist lang, thurmförmig, endet in einen langen, spitzen, meist geraden Canal aus; die äussere Lippe ist gross, flü-

Fig. 587.



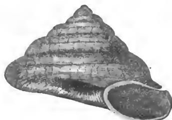
Pleurotomaria Fleuriausa.

Fig. 588.



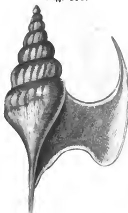
Pleurotomaria Santonensis.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 589.



Pleurotomaria neocomensis.
Aus dem Néocomien.

Fig. 590.



Rostellaria Parkinsoni.
Aus dem Gault.

gelförmig ausgebreitet, meist nach der Schalenspitze hin ausgezogen, aber ohne weitere Zähnelungen. Sie ziehen sich von den oberen jurassischen Schichten bis in die Jetztwelt fort, bieten aber in der Kreide viele leicht kenntliche Arten.

Die Familie der Faltenschnecken (*Volutida*) zeigt schwere, meist thurmförmige Gehäuse mit vorspringender Spindel, ovaler Mundöffnung, die vorn ausgeschnitten ist und einen platten Lippenrand und wulstigen Spindelrand besitzt. Die Gattung *Voluta*, Fig. 591 a. f. S., selbst hat eine ovale, langgezogene bauchige Schale und Falten auf der Spindel, die kurz und durch eine Art Knopf geendigt ist. §. 698.

§. 699. Ihnen nahe stehen die Spindelschnecken (*Fusida*) mit langer spindelförmiger Schale, die in der Mitte birnförmig aufgewulstet und gewöhnlich mit einem langen Canale versehen ist. Der Aussenrand der Mundöffnung ist stets scharf, der Spindelrand glatt oder mit nur niedrigen Falten versehen. Bei der Gattung *Fusus*, Fig. 592, selbst ist die Columella vollkommen glatt und der Lippenrand ohne Ausschnitt.

Fig. 591.



Voluta elongata.
Aus dem Turonien.

Fig. 592.



Fusus neocomiensis.
Aus dem Néocomien.

§. 700. Zu der Familie der Kreiselschnecken (*Trochida*) gehört die Gattung *Phorus*, Fig. 593, welche conische Schalen ohne Perlmutter besitzt und deren Mundöffnung am Spindelrande stark aufgeschnitten ist. Sie kleben meist fremde Körper an diese Mundöffnung an und schliessen sie dadurch zum Theil.

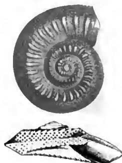
Derselben Familie gehört die Gattung *Solarium*, Fig. 594, an, deren rundliche Schalen so sehr niedergedrückt sind, dass sie fast in einer Ebene gewnnden scheinen und einen weit offenen trichterförmigen

Fig. 593.



Phorus canoliculatus.
Von der Seite nnd von unten, um den Nabel zu zeigen.

Fig. 594.



Solarium ornatum.
Aus dem Albien.

Nabel besitzen. Die Mundöffnung ist viereckig oder rundlich und der Nabel meist im Umkreise gekerbt.

§. 701. Unter den Gasteropoden der Kreide bilden namentlich die Acteonellen, Fig. 595 und 596, ein sehr charakteristisches Geschlecht, indem sie bis jetzt einzig in der oberen Kreide gefunden worden sind, und weder in den unteren Kreideschichten, noch in den tertiären Gebilden vorkommen. Es sind glatte, längliche oder bauchige Schnecken mit sehr kurzer Spindel, deren Mundöffnung fast so lang ist als die ganze Schnecke, aber sehr eng, namentlich nach oben hin. Die Columella hat an ihrem Mundrande drei dicke, vorstehende Wülste; die äussere Mundlippe ist dünn und scharf.

Fig. 595.



Acteonella crassa.
Aus der dritten Rudistenzone. (Chlorit. Kreide.)

Fig. 596.



Acteonella laevis.
Aus dem Turonien.

Diesen Gattungen stehen die Pterodonten, Fig. 597, sehr nahe; ovale dickbäuchige Schalen mit conischer Spindel, ovaler Mundöffnung, wenig erweitertem Lippenrande mit ganzen Rändern und einem kurzen vorderen Canale. Der Spindelrand trägt innen einen starken Zahn oder Vorsprung, der auf dem Steinkerne einen Eindruck hinterlässt.

Die Avellanen, Fig. 598 und 599, sind kurze, bauchige Schneckenschalen mit sehr kurzer Spindel und halbmondförmiger Mundöffnung, deren äussere Lippe sehr dick, aufgewulstet und meist gezähnelt

Fig. 597.



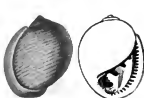
Pterodonta inflata.
Aus dem Cénomanien.

Fig. 598.



Avellana incrassata.
Aus dem Gault.

Fig. 599.



Avellana cassis.
Aus dem Cénomanien.

ist, während der innere Columellarrand drei bis vier starke, vorspringende Zähne hat. Sie haben meist quere Streifen oder punktirte Reifen und kommen in allen Schichten der Kreide, aber auch nur in der Kreide vor.

Von dem bekannten Geschlechte der Nerineen bilden wir hier eine Art ab, Fig. 600, die bei der Mündung die Schale, weiter nach oben den Steinkern zeigt.

Fig. 600.



Nerinea bisulcata.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 601.





Turritella angulata.
Aus dem Néocomien.
Daneben die Ansicht von unten, um Oeffnung und Nabel zu zeigen.

Die Gattung *Turritella*, Fig. 601, beginnt erst in der Kreide, um sich bis auf unsere Epoche fortzusetzen. Die Schalen sind lang, thurmförmig, mit eckigen oder runden Windungen, die Mundöffnung rund oder viereckig, der Lippenrand meist in der Mitte etwas vorgezogen, der Nabel gewöhnlich sichtbar.

§. 702. Die Cephalopoden der Kreide zeichnen sich vor allen denen der secundären Gebirgsschichten durch eine grosse Mannigfaltigkeit in der Art ihrer Aufrollung aus, wodurch die Aufstellung mehrer Geschlechter nöthig wurde, die für die Kreideschichten durchaus charakteristisch sind. Die Ammoniten und Nautilen finden sich noch immer in grosser Menge und oft sehr bezeichnenden, leicht zu erkennenden Arten; die Nautiliden oder Cephalopoden mit einfach gewellten, ungefranzten Kammerwänden zeigen auch nur die einzige Form der Nautilen mit über-

Fig. 602.



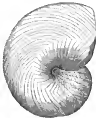




Nautilus Danicus. Aus der oberen Kreide von Faxoe.

greifenden Windnngen, die in demselben Plane liegen, während die Ammonitiden oder Cephalopoden mit gefranzten Kammerwänden, die in der Kreide endigen, die sogleich zu erwähnenden, abweichenden Formen darbieten. Es bietet dies Verhältniss ein sehr merkwürdiges Seitenstück zu demjenigen der Nautiliden; diese beginnen in den paläozoi-

Fig. 603.



Nautilus plicatus. A. d. Néocomien.

Fig. 604.



Crioceras Duvalii. Aus dem Néocomien.

schen Gebilden mit ähnlichen abnormen Formen der Aufrollung, mit welchen die Ammonitiden in der Kreide endigen, und die Hamiten, Baculiten u. s. w. sind in zoologischer Hinsicht die Repräsentanten der Lituiten, Phragmoceren und Orthoceren der älteren Gebilde.

Den eigentlichen Ammoniten am nächsten steht das Genus *Crioceras*, Fig. 604. Sie haben ebenso gefranzte Kammerwände, dieselbe regelmässige, spiralige Aufrollung in einer Ebene, denselben dorsalen Sipho. Sie unterscheiden sich nur dadurch von den Ammoniten, dass ihre Windungen durchaus frei von einander sind und sich nirgends berühren. Sie unterscheiden sich durch diesen Charakter sehr leicht von den Ammoniten, und da sie bis jetzt nur im Néocomien und im Gault gefunden wurden, so dienen sie trefflich zur Charakteristik der unteren Kreide.

Fig. 605.



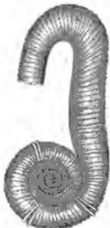
Toxoceras bituberculatus.

Die Toxoceron bilden eine Art Horn, das eine regelmässige Biegung besitzt, aber nie bis zu einer vollständigen Spirale auswächst. Die erste Kammer, worin das Thier wohnto, ist sehr gross, der Sipho dorsal, die Kammerwände in sechs Loben gefranzt. Sie haben sich bis jetzt nur in dem Néocomion gefunden. (Fig. 605.)

Die Scaphiten (Fig. 606 u. 607 a. f. S.) gleichen in der Jngend durchaus den Ammoniten, indem ihre

Schale eine in derselben Ebene aufgerollte Spirale darstellt, deren Windungen über einander greifen. Im Alter aber streckt sich die Schale gerade aus, und nachdem sie in dieser Richtung eine gewisse Länge erlangt hat, biegt sie sich von Neuem nach innen um. Dieser nach innen umgebogene Theil besitzt nie Querscheidewände; er bildete die letzte Kammer, in welcher das Thier wohnte. Der Sipho ist dorsal. Die Schale stellt demnach einen Ammoniten vor, dessen vorderes Ende gestreckt und hakenförmig umgebogen ist.

Fig. 606.



Scaphites Ivanii.
Aus dem Néocomien.

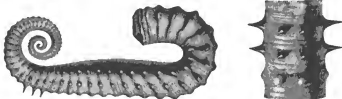
Fig. 607.



Scaphites aequalis.
Aus der weissen Kreide.

Die Ancyloceren, Fig. 608, unterscheiden sich von den Scaphiten nur dadurch, dass der spiralig aufgewundene Theil der Schale freie Windungen hat, die sich nicht berühren. Sie verhalten sich demnach zu den Scaphiten, wie die Crioceren zu den Ammoniten.

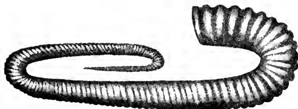
Fig. 608.



Ancyloceras Matheronianus. Aus den Aptmergeln.

Die Hamiten, Fig. 609 u. 610, haben eine durchaus unregelmässige Schale, die in einer sehr langen, schmalen, elliptischen Linie gebogen

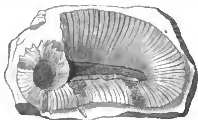
Fig. 609.



Hamites attenuatus. Aus dem unteren Gault.

ist. Sie beginnen fast gerade, biegen sich dann plötzlich hakenförmig um, setzen sich fast in gerader Linie wieder fort, biegen von Neuem im Haken um und so fort, ohne dass je die einzelnen Windungen, dio in derselben Ebene liegen, sich berühren. Man hat noch nicht mehr als drei Hakenbiegungen gefunden, aber noch keinen Hamiten mit vollständig erhaltener Mundöffnung gesehen.

Fig. 610.



Hamites spiniger. Aus dem Turonien.

Dio Ptychoceren unterscheiden sich von den Hamiten durch einen sehr bestimmten Charakter. Die Hakenbiegungen der Schale

Fig. 611.



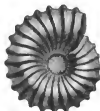
Baculites anceps.
Aus der weissen Kreide.

Fig. 612.



Turrilites catenatus.
Aus dem Albien.

Fig. 613.



Derselbe von oben, um den Nabel zu zeigen.

Fig. 614.



Turrilites costatus.
Aus der weissen Kreide.

nämlich berühren sich und wachsen mit einander zusammen, während sie bei den Hamiten frei sind.

Die Baculiten, Fig. 611 a. v. S., endlich sind durchaus gerade wie die Orthoceratiten; aber sie besitzen gefranzte Scheidewände. Die letzte Kammer ist meist sehr gross; die Endigung der Schale ganz spitz, aber selten erhalten. Es ist ein regelmässiger, sehr lang ausgezogener Kegel, der nach oben eine zungenförmig ausgeschweifte Mundöffnung hat. Der Sipho ist dorsal.

Alle bisher erwähnten Cephalopoden kommen darin mit einander überein, dass sie eine Schale besitzen, die in derselben Ebene aufgerollt ist. Es giebt aber auch in der Kreide gekammerte Schalen mit gefranzten Querwänden, welche schief aufgewunden sind, so dass sie kegelförmige Schneckengänge bilden, welche man deutlich von aussen wahrnehmen kann, und die einen ziemlich weiten, durchbohrten Nabel zwischen sich lassen. Man nannte früher alle diese gekammerten Thurmschnecken Turriliten (Fig. 612 bis 614); hat aber jetzt unter dem Namen *Helicoceras* diejenigen Arten abgeschieden, deren Windungen einander nicht berühren, während die ächten Turriliten berührende oder selbst übergreifende Windungen haben.

Fig. 615.



Belemnitella mucronata. Aus der weissen Kreide.

§. 703. Die weisse Kreide besitzt eine eigene Art von Belemniten, die am vorderen Rande des Körpers einen durchgehenden Schlitz besitzen, der bis zur Alveole dringt, und an dem Rücken zwei seitliche Eindrücke. Man hat diese Belemniten als Subgenus unter dem Namen *Belemnitella*, Fig. 615, getrennt. Sie charakterisiren die weisse Kreide.

§. 704. Man findet in der Kreide nicht minder wie in den jurassischen Schichten Schnäbel von fossilen Tintenfischen, welche den Schnäbeln

Fig. 616.



Rhynchotheuthis Astieriana.
a Von vorn. *b* Von der Seite. *c* Von hinten.

der jetzigen Sepien sehr ähnlich sehen, und hat unter dem Namen *Rhynchotheutis*, Fig. 616, dreieckige Schnäbel unterschieden, welche oben convex, unten concav und aus zwei Theilen gebildet sind, einem vorderen dreieckigen und scharfen, der zum Kauen diente, und einem hinteren breiteren, in zwei Flügel ausgezogenem Theile, welcher in den Muskelmassen stak.

Die Fische der Kreideformation bieten ein eigenthümliches Interesse dar, weil die Formen, welche sie charakterisiren, gewissermaassen ein Bindeglied zwischen denjenigen der früheren Schichten und den jetzt lebenden darstellen. §. 705.

Die Knorpelfische zeigen noch manche von den jetzt lebenden abweichende Gestalten, neben anderen, die sich genau den Haien unserer Zeit anschliessen. Von den Ptychoden, Fig. 617, kennt man die

Fig. 617.



Zahn von *Ptychodus latissimus*. Aus der weissen Kreide.
a Von oben. *b* Von der Seite.

viereckigen, breiten Zähne, deren Krone weit breiter ist, als die Wurzel, so dass der Zahn, von der Seite gesehen, etwa das Bild eines massiven Schwammes mit seinem Stiele bildet. Die Krone ist in der Mitte höckerartig erhaben und auf dem Höcker zeigen sich tiefe, parallele, schneidige Falten, die überall glatt sind, öfter aber sich abgenutzt zeigen und dann eine glatte Kaufläche bieten. Die Umgebung der Krone ist mehr oder minder fein granulirt. Dieselben Fische, welche solche Zähne hatten, trugen dicke Stacheln, die aus einzelnen Längsrippen zusammengefügt scheinen, deren Nähte man gut unterscheiden kann. Der Vorderrand dieser Stacheln ist höckerig, und die Höcker gehen auf den Seiten in breite, quere Rippen über. Da die Ptychoden bis jetzt nur in der Kreide gefunden werden, so geben sie ein vortreffliches Kennzeichen für dieselbe ab.

Flossenstacheln solcher Haie, welche einen Stachel als ersten Strahl der Rückenflosse trugen, kommen nicht selten vor. Wir bilden hier

einen solchen von der Gattung *Hybodus* ab, Fig. 618, welche mit der Kreide erlischt.

Fig. 618.



Hybodusstachel. Aus dem Néocomien.

§. 706. Von ächten Haien findet man zahlreiche Zähne in der Kreide. Alle diese Zähne haben eine mehr oder minder platte, scharfschneidende Krone, die auf einer abgerundeten, schwammigen Wurzel ruht. Man hat viele Geschlechter unterschieden. Bei den Otodusarten, Fig 619, findet sich eine dreieckige, spitze, scharfschneidende Krone mit ungezähnelten Rändern, und zu beiden Seiten der Krone kleine Ohren oder Nebenkronen von sehr wechselnder Gestalt; die Zähne sind höher als breit; bei den Corax, Fig. 620, im Gegentheil ist die Krone breit, aber niedrig, gezähnelt an ihren scharfen Rändern, und der Zahn ausserdem innerlich ganz massiv.

Fig. 619.



Otodus appendiculatus.

Fig. 620.



Corax pristodontus.

Beide aus der weissen Kreide.

§. 707. Unter den Knochenfischen haben nicht mehr die Ganoiden mit den eckigen, emaillirten Knochenschuppen die Oberhand, sondern man findet nun auch Ctenoiden- und Cycloidenfische mit Schuppen, die denen unserer gewöhnlichen Flussfische, z. B. der Barsche und Karpfen, zum Theil gleichen. Die Schuppen der Ctenoiden, Fig. 621, sind an ihrem hinteren Rande gezähnelt, wie eine Säge; die der Cycloiden, Fig. 622,

Fig. 621.



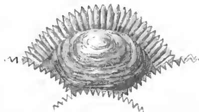
Schuppe eines Ctenoiden.

Fig. 622.



Schuppe eines Cycloiden.

Fig. 623.



Vergrösserte Schuppe v. *Beryx microcephalus.* Aus der weissen Kreide.

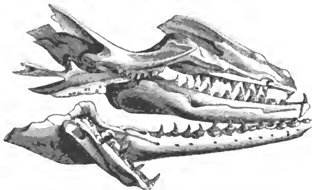
dagegen glatt. Im Uebrigen gleichen sich die Schuppen dieser beiden Ordnungen von Fischen vollkommen.

Die Beryxarten, Fig. 623, welche mit einigen anderen Geschlechtern eine eigenthümliche Gruppe unter den Percoiden bilden, haben nur eine Rückenflosse, vorn aus Stacheln, hinten aus weichen Strahlen gebildet, die einander an Höhe gleich sind, mehr als fünf Kiemenhautstrahlen, einen grossen Kopf mit gezähnelten Kämmen und Leisten und einen sehr breiten, platten Körper. Die Schuppen sind gross, rundlich und hinten sägeförmig gezähnelt, so dass der Rand wie mit Palissaden besetzt aussieht.

Unter den Reptilien der Kreidezeit zeichnen sich, ausser einigen gewöhnlichen Crocodilen, mehre riesenmässige Eidechsengeschlechter aus, die mit den Crocodilen zwar einige Züge gemein haben, aber sonst den Warneidechsen (*Monitor*) und Leguanen (*Iguana*) unserer Zeit weit näher stehen. §. 708.

Hierher gehört vor allen Dingen das grosse Thier von Mastricht, von welchem fast das ganze Skelett in dem Petersberge bei Mastricht gefunden wurde. Es wurde 24 und mehr Fuss lang; der Kopf, Fig. 624, misst allein beinahe 4 Fuss in der Länge; die Schnauze ist ge-

Fig. 624.



Mosasaurus Hofmanni. Aus der Mastrichter Kreide.
Stück vom Schädel, bestehend aus dem rechten Unterkiefer, der zahntragenden Hälfte des linken Unterkiefers und der fast vollständigen linken Oberkinnlade. Das vordere Ende des zerbrochenen rechten Oberkiefers liegt auf dem rechten Unterkiefer quer über.

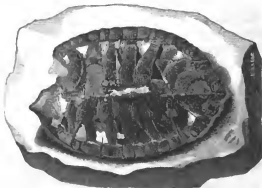
streckt; die Gelenkfläche des Unterkiefers ausgehöhlt; die Zähne zusammengedrückt kegelförmig, innen derb, aussen etwas gereift; ihre Kanten ungezähnelt. Die Zähne sitzen auf knöchernen Sockeln, an deren innerer Seite die Gefässe und Nerven durch ein Loch eindringen, um sich zum Zahne zu begeben. Diese Sockel, die fest mit dem Un-

terkieferknochen zusammenhängen, sind von runden, grubenartigen Vertiefungen, wie Zahnhöhlen, umgeben und waren im Zahnfleische verborgen. Die Wirbel waren vorn concav, hinten convex; während die meisten Juracrocodile noch biconcave Wirbel hatten. Das Thier hatte, nach der Beschaffenheit der hinteren Wirbel zu schliessen, einen breiten, flachgedrückten Ruderschwanz, wie die Crocodile, und war demnach, wie diese, geeignet, in grossen Flussmündungen zu leben.

§. 709. Schon bei den Juraschichten erwähnten wir der Ueberreste mannigfacher Arten von Schildkröten, die namentlich in den Portlandschichten von Solothurn, sowie in dem Wäldergebirge Englands häufig vorkommen. Wir bilden hier den Rückenpanzer einer ächten Seeschildkröte ab, welche sich in dem Cénomanien findet.

Die Cheloniden oder Seeschildkröten, Fig. 625, unterscheiden sich bekanntlich von allen anderen Schildkröten wesentlich durch die

Fig. 625.



Chelonia Benstedi. Aus dem Cénomanien.

Structur ihrer Füsse, welche zu breiten platten Rudern umgewandelt sind, und durch die Structur des Schildes, welches platt und breit ist und keinen hinlänglichen Raum zur vollständigen Bergung der Füsse und des Kopfes gestattet.

Einiges über die secundären Gebilde im Allgemeinen.

§. 710. Die secundäre Periode, in welcher wir drei Hauptgruppen, die Trias, den Jura und die Kreide, unterschieden haben, bietet in ihrem gesammten Verhalten eine Menge von Uebergangspunkten dar, wodurch die älteren paläozoischen Gebilde sich an die neueren Tertiärformationen anschliessen.

Die Epoche der Trias wiederholt in gewissem Sinne die Periode der Dyas, wenn auch mit einigen Modificationen. Auch hier finden sich mächtige Sandablagerungen, mit Thonschichten untermischt, als Zeugen lange andauernder Zerstörungen älterer fester Gesteine; auch hier wiederholt sich die Ablagerung mächtiger Kalkmassen, die durch ihre Versteinerungen, welche dem Meere entstammen, sich wesentlich von den Land- und Strandbildungen der unterliegenden Sandsteine unterscheiden; und es zeigt sich, wenn auch in veränderter Gestalt und vielleicht geringerer Intensität, derselbe Einfluss chemischer Agentien, welche die Bildung von Gypsen, Dolomiten und anderen Einflüssen dieser Art bedingt haben. Die Sandsteine sind offenbar Erzeugnisse der Zerstörung, Verkleinerung und Wegführung älterer Gesteine, die auf dem Boden des Meeres abgesetzt wurden; davon zeugen die mannigfachen Conglomerate, die in den Sandsteinen selbst eingeschlossenen Rollsteine und grösseren Fragmente, die zuweilen von den unmittelbar darunter liegenden Gesteinsschichten herrühren; davon zeugen namentlich auch die fossilen Einschlüsse. Die Sandsteine enthalten sehr häufig Vegetabilien, Holz, fossile Stämme und Pflanzen, deren Standort nothwendig auf festem Lande gesucht werden muss; der bunte Sandstein und die Lettenkohle auch noch thierische und vegetabilische Landpetrefacten; der Keuper des Hügellandes enthält mit Ausnahme der rein meerischen Aequivalente der Alpen, neben Land- und Seereptilien, neben Meeresschnecken und Muscheln eine bedeutende Menge vegetabilischer Ablagerungen. Alle diese Erscheinungen beweisen mit Bestimmtheit, dass die Sandsteine Resultate langandauernder Ueberschwemmungen der bestehenden Inseln und Continente waren, deren Trümmer auf mechanische Weise weggespült und im Wasser schwebend erhalten wurden, bis sie sich endlich niederschlugen. Aus demselben Grunde aber darf man auch erwarten, dass eine grosse Mannigfaltigkeit nicht nur unter den verschiedenen Schichten, sondern auch in der horizontalen Ausbreitung einer und derselben Schicht sich finden müsse, und dies ist auch in der That der Fall. Nichts ist gewöhnlicher im bunten Sandsteine z. B., als dieselbe Schicht in ihrer Ausbreitung mehrmals in Sand, Mergel, Thon und Conglomerat umsetzen zu sehen.

Neben diesen mechanischen Einflüssen, welche zur Zeit der Trias unzweifelhaft eben so thätig waren als jetzt noch, dürfen indess die chemischen Actionen nicht vernachlässigt werden, die, wie schon bemerkt, auch hier eine bedeutende Rolle gespielt haben müssen. Die grossen Salzlager, welche die Trias überall mit sich führt, verdienen hier vor Allem unsere Aufmerksamkeit. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Meere, in welchen sich die Trias absetzte, austrockneten und ihren Salzgehalt so auf dem Boden zurückliessen, wie etwa jetzt §. 711.

die Salzmeere an den Küsten, namentlich wärmerer Klimate. Diese Ansicht wird um so wahrscheinlicher, als die Pflanzen der Trias, namentlich die baumartigen Farren und Araucarienähnlichen Nadelhölzer offenbar auf eine tropische Temperatur hindeuten, welche während der ganzen Dauer dieser Periode sich forterhielt. Wir haben in unseren Zeiten Beispiele, dass in Gegenden, welche früher offenbar Meeresgrund waren und die auch jetzt noch, obgleich trocken gelegt, theilweise unter dem Meeresspiegel sich befinden, dass in solchen Gegenden der Salzgehalt des Bodens bedeutend ist. Der Salzgehalt des Mittelmeeres ist grösser als der aller anderen Meere, weil die Verdunstung in ihm bedeutender ist, als die Zuführung süssen Wassers, und nur die Verbindung mit dem Ocean ist es, die das Niveau dieses Binnenmeeres auf seiner Höhe erhält. Würde durch irgend eine Hebung des Meeresbodens zwischen Gibraltar und der Nordspitze von Afrika diese Verbindung aufgehoben und in gleicher Weise der Hellespont zu einer Landenge verwandelt, so müsste das Mittelmeer allmälig in seinem Niveau sinken und nach einer Reihe von Jahrtausenden vielleicht statt eines Salzmeeres eine Depression übrigbleiben, deren Boden durchaus mit Salz geschwängert wäre. In der That finden wir auch viele Salzseen, die durch Abdunstung solcher Meere entstanden und deren Gehalt sich durch stets fortgesetztes Auslaugen des Bodens und Abdunsten des Wassers erhält. Die Meerenge von Suez mit den Natronseen und deren Umgebung, die Niederungen, welche der Jordan durchströmt, die Länder um das Kaspische Meer und den Aralsee, die Sahara sind überzeugende Beispiele solcher gesalzener durch langsame Hebung und Verdunstung trocken gelegter Meeresgründe.

§. 712. Thonschlamm, Gyps und meistens auch Dolomit sind die Begleiter der Steinsalzbildungen. Ersterer ist, wie immer, eine mechanische Bildung und hervorgegangen aus der Trübe der fliessenden Gewässer, welche sich in den Seebecken absetzt; der Gyps und der Anhydrit, die in allem Meerwasser enthalten sind, müssen sich ihrer schwereren Löslichkeit wegen früher absetzen, als das Kochsalz und die übrigen leichtlöslichen Salze. Unter gewissen Verhältnissen schlägt sich der schwefelsaure Kalk aus wässerigen Lösungen nicht als wasserhaltiger Gyps, sondern als wasserfreier Anhydrit nieder, wie namentlich in den gesättigten Salzsoolen, und vergleicht man das Steinsalz mit dem aus den Soolen gewonnenen Salze, den Pfannenstein mit dem den Thonen beigemengten Gypse und Anhydrite, so ergiebt sich eine solche Aehnlichkeit, dass man an einer ähnlichen Entstehung nicht zweifeln kann. Schwieriger schon ist die Erklärung der meist mit den Salzlagern verbundenen, über, zwischen und unter ihnen abgelagerten Dolomite, da kohlensaurer Kalk im Meerwasser meist erst durch die organische Thätigkeit gebildet, nicht aber primitiv vorhanden ist. Indessen dürfte es auch

hier wahrscheinlich sein, dass die Dolomite nrsprünglich als Kalkschichten abgesetzt, dann aber durch die Einwirkung der Mutterlauge in Dolomit verwandelt wurden.

§. 713. Man hat gegen diese Ansicht mehrere Gründe anfgebracht, die indessen bei näherer Betrachtung sich kanm stichhaltig erweisen dürften. Zuerst die hänfige stockförmige Lagerung des Salzes nnd Gypses, die gegen eine Ablagerung in Schichten spricht. Hierbei ist aber zu erinnern, dass bei den Unebenheiten des Meeresbodens die gesättigte Lauge und der endliche Absatz in den tieferen Theilen der Becken sich sammeln mnssten und dass da, wo der ehemalige Meeresboden flach und fast eben war, wie z. B. in den Niederungen der Sahara nnd um das Kaspische Meer, auch die Gypsschichten gleichmässig sich fortziehen und der Boden überall mit Salz getränkt ist. Dann ist aber auch diese stockförmige Lagcrung häufig nnr scheinbar und eine Folge der theilweisen Auslaugung znerst des Salzes nnd dann des Gypses durch die Sickerwasser. Salzlager können sich nnr da erhalten, wo sie durch Umhüllung mittelst Schichten, die vom Wasser nicht durchdrnngen werden (Thon, Mergel), vor der Answaschung geschützt sind. Deshalb findet sich in den steil aufgerichteten Salzthonen im Inneren des Jura kein Salz mehr, weil eben dasselbe durch die zwischen die Schichten einsickernden Gewässer fortgeführt wurde. Aber auch die geschütztesten Salz- nnd Gypslager werden vom Wasser nach und nach unterminirt, ein Theil weggeführt und die übrigbleibenden Massen stürzen dann zusammen, oder bilden wenigstens vielfach in sich gewundene Schichten, welche die ursprüngliche Lagerung nicht mehr erkennen lassen.

§. 714. Ferner hat man den Mangel an Versteinerungen angeführt. Die Kohlenwasserstoffgase aber, welche sich in den sogenannten Knistersalzen finden, scheinen schon darauf hinzndeuten, dass diese aus zersetzten Meerpflanzen herrühren; ferner ist wohl zu bedenken, dass in gesättigten Lösungen sich kaum noch Thiere finden, mit Ausnahme einiger Krustenthiere (*Artemia salina*), deren Analoge man auch, wenn auch sehr selten, in einigen Steinsalzen wiedergefnnden hat, und endlich muss man zngestehen, dass da, wo das Salz in den Boden eindrang, sich auf diesem Boden allerdings Versteinernngen finden, wie denn Austern, Herzmuscheln u. s. w. an vielen Stellen in der Sahara sogar häufig sind. —

Endlich hat man auch aus den Versteinerungen selbst einen Schluss gegen die Anstrocknnng ehemaliger Seebecken entnehmen wollen. Die Untersnchung der paläozoischen Fische thut nämlich auf das Ueberzeugendste dar, dass die nächsten Verwandten der damaligen Bewohner der Meere, die jetzt noch leben, die Knochenhechte, der Bichir, die Amia-Arten nnd Störe, Bewohner des süssen Wassers, nicht

aber der Meere sind, und es scheinen somit diese Fische darauf hinzuweisen, dass der Salzgehalt der Meere in der paläozoischen Zeit nicht so bedeutend, der Unterschied zwischen süssem und gesalzenem Wasser nicht so gross war als in unseren Tagen. Die Paläonisken der sicherlich ungesalzenen Binnenbecken aus der Kohlenzeit stimmen mit denjenigen der Kohlenmeere sehr nahe überein, und es wäre demnach der eben berührte Schluss wohl gerechtfertigt, wenn wir nicht von den Stören wüssten, dass diese, ähnlich wie die Lachse, Meer- und Süsswasser bewohnen und aus einem in das andere wandern, und wenn wir nicht durch tägliche Beispiele belehrt würden, dass es auch jetzt noch viele Familien und Geschlechter sehr nahe verwandter Fische giebt, von denen die einen im süssen, die anderen im salzigen Wasser leben, und dass die anderen paläozoischen Petrefacten, die Seelilien und Polypen, die Muscheln und Schnecken der die Salzlager umgebenden Schichten ihre Verwandten jetzt nur in dem Meere finden.

§. 715. Mit dem Aufhören des Keupers und dem Beginnen der jurassischen Zeit finden wir Verhältnisse, die schon denjenigen der unserigen näher rücken. Die chemischen Einflüsse treten bedeutend zurück; nur an einzelnen Orten entwickeln sie sich mächtiger, aber immer doch nur in beschränkter Ausdehnung. So ist die Dolomitisation einiger Schichten im fränkischen Jura nur eine vereinzelte Erscheinung, und im Ganzen genommen bieten die Juraniederschläge das Bild noch jetzt, welches sie unmittelbar nach ihrem Absatze hatten. Mögen auch die Schichten noch so sehr erhoben und zerklüftet sein, wie dies namentlich in dem schweizerischen Jura der Fall ist, stets behalten sie ihre eigenthümliche Beschaffenheit, ihre specifischen Fossilien u. s. w. Nur in der Nähe der Alpen erscheinen die Veränderungen bedeutender; allein hier liegen auch die Quellen, aus denen sie abzuleiten sind, auf flacher Hand.

§. 716. Werfen wir einen Blick auf die Constitution des Jura im Ganzen, so zeigen sich in der Beschaffenheit seiner Niederschläge Verhältnisse, welche durchaus denjenigen gleichen würden, die heute bei plötzlicher Trockenlegung der stillen See zum Vorschein kämen. Betrachtet man in der That den stillen Ocean näher, so stellen sich darin einige unter sich verschiedene Folgen von Verhältnissen des Meeres zum umgehenden Lande dar. Weite Strecken sind von tiefen Wassern bedeckt, in welchen nur weniges Leben herrscht; es fehlen namentlich jene grossen Mengen schalentragender Thiere, deren Ueberbleibsel dem mineralischen Niederschlage auf dem Meeresboden sich beigesellen könnten. Zahllose nackte Mollusken und Medusen durchkreuzen freilich diese Hochseestrecken; allein nach ihrem Tode bleibt keine Spur ihres Daseins. Das Senkblei bringt, wenn es den Grund erreicht, einen

äusserst feinen, leichten Schlamm herauf. Diesen Untiefen der Hochsee gegenüber stehen die Saalbänder des Oceans, die Ufer des Festlandes, wo in geringer Tiefe zahllose Mollusken, Crustaceen und Strahlthiere aller Art bausen, bald in Bänken vereinigt, bald gesellschaftlich zusammenlebend, dort wieder über weite Strecken einzeln vertheilt. Dieses üppige Leben der Ufer nimmt schnell ab, je mehr der Grund sich unter die Oberfläche senkt, und eine Tiefe von 100 Metern genügt meistens, um demselben ein fast vollständiges Ziel zu setzen. Die Bewohner dieser Küstenstriche wechseln ausserordentlich je nach Beschaffenheit des Grundes, auf welchem sie zu leben gezwungen sind. An seichten Ufern, wo geringe Strömungen nur und kaum merkbare oder wenig ungestüme Fluth und Ebbe sich finden, hausen besonders zweischalige Mollusken, tief im Schlamme eingegraben, aus welchem nur die Athemröhren hervorschauen; röhrentragende Anneliden, mannigfache Gasteropoden mit zarten, dünnen Gehäusen. Auf mehr oder minder feinem Kieselsande wohnen mehr Seeigel, schwärmende Muscheln und Schnecken, irrende Anneliden und Crustaceen. Auf steinigem Felsboden endlich siedeln sich diejenigen Muscheln an, welche ganze Bänke bilden, wie die Austern, Steckmuscheln und ihre Verwandten, und die Bänke dieser Thiere geben einen reichlichen Zufluchtsort für zahlreiche Geschlechter aller Arten von Meeresbewohnern.

Verhältnisse dieser Art, wo die Fauna desselben Meeres je nach dem Grund und Boden des Ufers wechselt, lassen sich auch in den Meeren unserer Zone leicht nachweisen, und in dem Jura sind sie in grosser Vollständigkeit beobachtet worden; was aber den Tropengegenden eigenthümlich ist und was die Jura-Meere mit den Tropengegenden gemein haben, das sind die zahlreichen Korallenriffe, Schwamm- und Polypenbänke, die sich längs den Inseln namentlich fast aller Orten hinziehen, und deren eigenthümliche Zusammensetzung schon so oft die Aufmerksamkeit der reisenden Naturforscher in Anspruch nahm. §. 717.

Es ist jetzt eine feststehende Thatsache, dass wahre Korallenriffe sich nie unter einer Tiefe von 200 Fuss zeigen und dass diejenigen Korallen, welche man aus grösserer Tiefe fischt, Geschlechtern angehören, welche keine zusammenhängende Massen, keine Riffe, sondern nur vereinzelte Stöcke bilden. Ebenso sterben die Polypen, welche die Korallenriffe bilden, sogleich ab, wenn sie die freie Luft berühren, und deshalb bleiben die Korallenriffe überall einige Fuss unter dem gewöhnlichen Wasserstande der tiefen Ebbe. Dagegen ist es durchaus nicht nöthig, dass die Korallen sich in stillen, unbewegten Meeresgegenden anbauen; einige Arten von Steinkorallen bauen sich im Gegentheile vorzugsweise in den heftigsten Strömungen und Brandungen an. Die Korallenriffe der Südsee, ob sie nun sogenannte Atolle bilden,

d. h. zirkelförmige oder ovale Riffe, in deren Innerem wenig tiefes Wasser sich findet, oder ob sie als Bänke um Inseln sich darstellen, schliessen deshalb nie vollkommen das Meer aus ihrem Inneren ab; es findet sich im Gegentheile auch da, wo Inseln umschlossen sind, stets ein tiefer Canal mit Meerwasser erfüllt zwischen dem Riffe und der Insel. In diesen inneren umschlossenen Räumen erreicht das thierische Leben den höchsten Grad der Ausbildung, und zahlreiche Canäle, Risse und Vertiefungen zwischen dem Korallenriffe erhalten beständig die Communication dieser inneren, stillen, vom Riffe umschlossenen Räume mit der hohen See.

§. 718. Die fossilen Korallenriffe des Jura zeigen sich durchaus in ähnlichen Verhältnissen, wie diejenigen der Südsee. An einigen Orten, wie namentlich im schweizerischen Jura, bilden sie mehr oder minder ringförmige Atolle, in deren Mitte man meist feine Oolithe (ursprüngliche Schlammdepôts) als Zeichen grösserer Ruhe im Inneren findet; zahlreiche Muscheln und Schnecken, kleine, freie Korallen, Seeigel mit dünnen Schalen finden sich im Inneren dieser von grossen Steinkorallen umgebenen Räume. Alle diese Thiere, Polypen, Korallen und Seelilien stehen senkrecht auf den Flächen der unterliegenden Schichten und zeigen somit, dass sie noch jetzt den Platz behaupten, welchen sie früher einnahmen. Diese jurassischen Atolle bilden meist mehr oder minder grosse, hügelförmige Erhöhungen, an deren Fusse sich Breccien und Lumachellenkalke befinden, aus einer Menge zerbrochener und zerriebener Fossilien gebildet, ganz so, wie wenn sie von heftigen Strömungen an den Fuss des Riffes geführt und von den Brandungen dort zerschellt worden wären. — An anderen Orten, wie namentlich in dem deutschen und französischen Jura, wo die fossilen Korallenriffe sich an die Ufer anlehnten, welche von den älteren Ablagerungen der Trias gebildet waren, zeigen sie die Form langer, bandförmiger Ausdehnungen, ganz so wie noch jetzt die Riffe längs der grösseren Inseln und Landstrecken der Südsee.

Die fossilen Korallenbänke bieten indess für das Studium ihrer Zusammensetzung gewisse Verhältnisse dar, welche durch die Anwesenheit des Meeres über den lebenden Korallen nicht leicht erforschbar sind. Ich meine die verticale Zusammensetzung der Korallenriffe. In der That scheint diese, nach den genauen Untersuchungen des Berner und Solothurner Jura, eine constante Norm zu haben. Die Riffe selbst ruhen meist auf kieseligen, sandigen Kalksteinen, die mit Sand- und Sandmergelschichten wechseln. In den untersten Schichten der Korallenbänke selbst finden sich viele schwammige, incrustirende, steinige oder selbst Lederkorallen mit einer Menge von Muscheln und Schnecken, die gewöhnlich in den Uferbildungen auf sandigem Grunde gefunden werden. Auf diese folgen dann platte Steinkorallen mit Austern, See-

lilien uud Seeigeln in den Zwischenräumen, nnd endlich auf diesen die hügelartig bauenden Asträen und Anthophylleen, mit welchen sich die ganze Bildung schliesst. Die Mächtigkeit dieser Korallenbänke ist meist wenig hedentend; sie erreicht selten mehr als 10 his 20 Meter.

Die ganze Bildung der Korallenhänke deutet demnach darauf hin, dass sie in geringer Tiefe auf sandigem oder halbsteinigem Grunde in den Jura-Meeren sich angehaut hatten und auch dort Atolle und Riffe bildeten, welche noch jetzt am Platze sich finden. Es ergänzen und entsprechen sich so die Forschungen aus der jetzigen Zeit wechselseitig mit denen der Geologen, und es liefert diese Untersuchnng einen neuen Beweis, dass auch in den Jura-Meeren jener häufige Wechsel von Hehung und Senkung, jene allmälige Vertiefung unter den Meeresspiegel stattgefunden habe, die wir schon früher hei den paläozoischen Gebilden nachwiesen. Die Korallenriffe des Jnra sind meist nur 20, höchstens 40 bis 50 Fnss im Ganzen dick; sie könuen also auch nicht auf tieferen Gründen gehildet sein, denn die obersteu Korallen halten sich meist nur einen his zwei Fuss unter dem Meeresspiegel, nnd tiefer als 200 Fuss haut sich keine Riffkoralle au. Die fossilen Jurariffe sind auch meist an der Oberfläche der einzelnen Terrainahtheilnngen gelegen; allein nichtsdestoweniger finden wir die Korallenhänke des unteren Oolithes von dem ganzen oheren Jura, diejenigen des *Coral-rag* von den oft 1000 Fuss mächtigen Schichten des Portlandes überdeckt. Offenbar könneu die Bänke sich nicht in dieser Tiefe gehildet haben; — sie müssen demnach allmälig versenkt worden sein, um einer successiven Aufeinanderlagerung von so mächtigen Schichten Raum zu gehen; zumal da diese oberen Schichten durch ihre gleichmässige, feinkörnige Zusammensetzung und den Mangel an Fossilien meist ihren Ursprung als Hochseeabsatz beurkunden.

Man hat beohachtet, dass die Korallenriffe, welche sich im deutschen, §. 719.
schweizerischen und französischen Jura finden, einen weiten Halbkreis vorstellen, in dessen Innerem man keine Kreide findet, und man hat daraus geschlossen, dass diese Riffe den Andrang und das Einfluthen des Kreidemeeres hätten verhindern müssen. Die hisher angeführten Thatsachen heweisen, dass diese Ansichten durchaus unhalthar sind und mit der Beobachtung im Widerspruche stehen, indem ein Korallenriff, wenn es auch längs eines Ufers sich hinzieht, doch nie, unter keinen Umständen, das Eindringen des Meeres his zum Festlande oder in das Innere eines Atolls ahhält; vielmehr kann die Existenz eines Riffes, nach unseren jetzigen Beobachtungen, nicht anders gedacht werden, als auf heiden Seiten von Meer umgehen und durchaus unter dem Spiegel des Meeres. Ein Korallenriff für sich hätte demnach niemals dies Eindringen des Kreidemeeres ahgehalten; — was diese abhielt, war die Erhebung der gesammten Jnraschichten, die nun Festland bildeten —

Erhebung, welcher die Korallenriffe ebenfalls gehorchten, die aber nicht mit ihrer Eigenschaft als Korallenriffe zusammenhing.

§. 720. Der Einfluss der kleinsten Organismen, der Polythalamieu besonders, auf den Bau der Erdschichten tritt nirgends stärker hervor, als gerade in der Kreideperiode, nnd es erliegt keinem Zweifel, dass der meiste Kalk und der meiste Kiesel, welcher sich in diesen Ablagerungen findet, erst durch Thiere fixirt worden sei. Man hat sich mit der Ansicht getragen, dass diese beiden Stoffe wirklich von den Thieren erzengt worden seien. Unseren bisherigen Kenntnissen nach kann aber der Organismns kein chemisches Element erzeugen; er kann dasselbe nnr von der Anssenwelt anfnehmen und zum Aufbau der organischen Form verwenden. In diesem Sinne ist auch der Ansspruch zu nehmen, dass die Kreide einzig das Erzeugniss mikroskopischer Thierchen sei; es haben diese Thiere den im Wasser aufgelösten Kalk, die darin befindliche Kieselerde an sich gezogen, zur Bereitung ihrer Schalen verwendet, und diese Schalen sind es jetzt, welche die Ablagerungen znsammensetzen.

Bei nnseren heutigen Kenntnissen über das mikroskopische Leben kann es nicht mehr in Verwunderung setzen, wenn man behanptet, dass mehrere hundert Fuss mächtige Ablagernngen von Thieren gebildet sind, die so klein sind, dass Milliarden von ihren Leichen dazn gehören, um einen einzigen Cubikfuss Kreide zusammenzusetzen; wir wissen, wie nngeheuer gross die Reproductionsfähigkeit dieser Thiere ist, und ihre Vermehrung in den Gewässern des Festlandes nnd dem Meere beweist zur Genüge, dass solche Anhänfnngen dnrchaus nicht unmöglich sind. Jedenfalls aber beweist diese Zusammensetzung der Kreide aus Foraminiferen, dass diese reine Meeresbildung sei, da man Thiere dieser Art noch nicht im süssen Wasser gefunden hat.

D. 8. Tertiärgebilde.

(*Formation tertiaire; Groupe supracrétacé;* Mollassengebirge; *Tertiary rocks.*)

§. 721. Die unmittelbar über der Kreide gelegenen Gebilde waren früher hauptsächlich nur im Norden Europas stndirt worden, wo sie mehr vereinzelte Becken darstellen, die nur selten in grösseren Strecken zusammenhängen. Erst in der neuesten Zeit wandte man sich mit Eifer znerst dem Stndinm derjenigen Schichten zu, welche hauptsächlich in dem südlicheren Europa unter dem Namen der Nummulitenschichten bekannt sind, Ablagerungen, die sich aus einem weiter verbreiteten Meere niederschlugen, das viele charakteristische Formen in seinen Bewohnern zeigte. Die Lagerung dieser Nummulitenschichten in den Pyrenäen und Alpen liess früher hauptsächlich die nur noch von sehr wenigen

Forschern festgehaltene Ansicht aufkommen, dass sie noch zu dem Kreidesysteme gehörten, indem diejenigen Störungen, von den die Kreide in den genannten Gebirgszügen betroffen worden ist, auch die Nummulitenschichten mit begriffen haben. Die genauere Untersuchung und Vergleichung der Fossilien nöthigt indess gebieterisch zu der Annahme, dass diese Nummulitenschichten dennoch nur ältere Tertiärgebilde seien und dass sie eigentlich als wahre Meeresablagerungen den normalen Typus der unteren Tertiärgebilde darstellen, während die bis jetzt als solche Typen betrachteten Becken gewissermaassen Ausnahmen bilden, die einzelnen Flussmündungen, Aestuarien und geschlossenen Meeresbuchten angehören. Die Zusammenstellung dieser mehr vereinzelten Tertiärbecken je nach der Gleichzeitigkeit ihrer Ablagerung wird um so schwieriger, als der Einfluss der Klimate sich in der Tertiärzeit schon in bedeutendem Maasse fühlen lässt, so dass die in den Schichten eingeschlossenen fossilen Reste aus verschiedenen Gegenden verhältnissmässig nur wenig Vergleichungspunkte unter sich darbieten. Zugleich zeigen diese Gebilde ungemein häufige Wechsel zwischen Süsswasser- und Meeresablagerungen, welche auf öftere Schwankungen des Bodens und successive Erhebung und Erniedrigung derselben Stelle schliessen lassen. Fast in allen grösseren oder kleineren Becken, welche grössere Reihenfolgen dieser Schichten enthalten, findet man mehrfache Abwechselungen und übereinandergreifende Schichten, die bald Süsswasser-, bald Meeresbewohner einschliessen. Die Vergleichung der einzelnen Becken unter einander wird dadurch noch mehr erschwert; denn während die Meeresfaunen, ihrer grösseren, horizontalen Erstreckung wegen, selbst in verschiedenen Klimaten noch manche Anhaltspunkte durch ihre Bewohner bieten, so ist es fast unmöglich, gleichzeitige Süsswasser- und Meeresbildungen mit einander zu vergleichen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass manche mit einander gleichzustellende Becken durchaus umgekehrte Schichtenwechsel zeigen, dass das eine mit dem Meere in Verbindung stand, während das andere von süssem Wasser erfüllt war, und dass oft dieselbe Bodenbewegung, welche das eine Becken vom Meere abschnitt, das andere damit in Verbindung brachte; — wir können solche Verhältnisse nachweisen, aber ihre chronologische Uebereinstimmung lässt sich zur Zeit noch nicht darthun. Es ist deshalb in dem Folgenden der Weg gewählt worden, zuerst das Nummulitengebilde und dann einige der ausgezeichnetsten Tertiärbecken, die entweder durch ihre Lage oder durch ihre Einschlüsse besonders bekannt sind, so zu beschreiben, dass jedes dieser Becken in seiner ganzen Schichtenfolge dargestellt wird, mögen nun die unteren Schichten zu den niederen, die oberen zu den höheren Tertiärsystemen gezählt werden müssen.

Untere Tertiärgebilde *(Eocen).*

Das Nummulitensystem.

(Formation nummulitique; Terrain épicrétacé; Etage Suessonien.)

§. 722. **Verbreitung. Gesteine.** Von dem Süd- und Nordabhange der Pyrenäen und den nördlichen spanischen und portugiesischen Bergketten aus hat man durch die ganze Länge der Alpen und Karpathen hindurch, sowie durch den Apennin, die Türkei und Griechenland bis nach Kleinasien, den Kaukasus, den Libanon und weiterhin durch ganz Centralasien, den Himalaya und den Altai hindurch, sowie um das Mittelmeer herum nach Aegypten, Algier und Marokko hinein eine mächtige Schichtenreihe verfolgt, welche fast überall unter den nämlichen Charakteren auftritt und einen constanten Horizont bildet, der allerorts leicht znr Orientirung dient. Mit diesen in gewaltigen Gebirgsketten aufgethürmten Schichten gehen Hand in Hand die unteren Schichten der älteren Tertiärbecken, wie namentlich diejenigen von London und Paris, die wir aber ihres stratigraphischen Verhaltens wegen hier vorläufig von der Beschreibung ausschliessen, um sie im Zusammenhange mit den übrigen Scbichten dieser Becken in der Folge aufznnehmen. Die Nummulitenschicbten der Gebirge, die uns hier einzig beschäftigen, und die man als ein charakteristisches Glied der höheren Gebirge der alten Welt bezeichnen kann, bestehen aus verschiedenen Gesteinen: ans Nnmmulitenkalk, meist zäh, feinkörnig, dicht, graublau oder schwärzlich, nnr selten mergelig, oft mit Nummuliten und anderen Schalthierresten so erfüllt, dass sie an einzelnen Orten als Marmor ausgebentet werden. In den compacten Kalksteinen herrschen meist die Nnmmuliten, in den mergelig und thonig werdenden, schwarzen Kalkschiefern Muscheln und Schnecken (*Cytherea*; *Natica*; *Cerithium*) vor. Durch Aufnahme von Sand und Kiesel gehen die Kalksteine über in Kieselkalke, Quarzite und wahren Nummulitensandstein, mit bald kieseligem, bald thonigem Bindemittel von graner, gelber, brauner oder grüngesprenkelter Farbe, oft eisenschüssig und meist nur Nummuliten als Versteinerungen enthaltend. In den unteren Nummulitensandsteinen finden sich an vielen Orten, besonders in den Alpen, kohlige, in Sandsteinen oder Süsswasserkalken eingeschlossene Schichten, die an einzelnen Orten ausgebeutet werden und ein zwischen Braun- und Steinkohle stehendes Brennmaterial liefern. Diese Schichten enthalten, wie z. B. bei Pernant, öfters viele Versteinerungen, unter welchen namentlich *Cerithium plicatum*. Auf ihnen ruhen die mächtigen Lager des eigentlichen Nummulitenkalkes, der

meist steile Abhänge und spitzige Gräte bildet. Da diese Schichten mit *Cerithium plicatum*, *Natica angustata*, *Cytherea Villanovae* sich durch den Inhalt ihrer Versteinerungen zunächst an den Sand von Beauchamps des Pariser Beckens anschliessen, der dem mittleren Stockwerke der unteren Tertiärgebilde angehört, und dagegen in den Meeralpen, dem Apennin und den Pyrenäen Schichten mit Versteinerungen vorkommen, die mehr dem unteren Stockwerke der unteren Tertiärgebilde zu entsprechen scheinen, so hat man neuerdings ein unteres und oberes Nummulitengebilde unterschieden, indem man die Schichten vom Bürgystock und Sihltbal in der Schweiz, vom Kressenberg in Bayern, von Belluno in Italien zu den unteren, die von den Diablerets, von Häring und Sotzka, von Ronca und Monte Bolca zu dem oberen Stockwerke zählte.

Flysch. Auf dem eigentlichen Nummulitengebilde ruht eine oft ungeheuer mächtige und zuweilen, wie z. B. in der Niesenkette ganz selbständig entwickelte Masse von Sandsteinen und Schiefern, die man den Flysch genannt hat. Vorherrschendes Gestein ist ein dunkelgrauer bis schwarzer Schiefer, der zuweilen, wie bei Matt in Glarus, förmlich schwarzer Dachschiefer wird und an dem angeführten Fundorte eine Menge von Fischversteinerungen enthält. Mit dem Schiefer wechseln Bänke von fein- oder grobkörnigem, meist sehr festem, glimmerreichem, gelbem oder braunem Quarzsandstein, Sandsteinschiefer mit wurmähnlichen Ablösungen oder grünlichen Flecken, die man Taviglianasandstein genannt hat, und leicht verwitternde braune oder schwarze in eckige Stücke spaltende Thonschiefer, die sogenannten Faulschiefer enthalten. Da in diesem ganzen Flysche, wenn überhaupt Versteinerungen vorkommen, diese sich auf einige Tangarten, *Chondrites intricatus*, *Targionii*, *furcatus*, beschränken, so hat man diese ganze Formation auch den Fucoidensandstein, *Grès à fucoides*, genannt. §. 723.

In den Alpen. In dieser oder ähnlicher Weise verfolgt man die Nummulitenschichten auf dem ganzen Nordabhange der Alpen in Gestalt eines langen schmalen Bandes, welches einerseits auf den Kreideschichten auflagert und andererseits von den Mollassegebilden durch eine tiefe Verwerfungsspalte getrennt ist. In den Schweizeralpen ist zwischen dem Genfer- und Thunersee ausser der Niesenkette besonders das Massiv der Greyerzer Berge und der Berra, zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee der Hohgant, Glauberspitze und Pilatus, weiter nach Osten hin das Schächenthal, das Schwyzergebirge, das obere Linth- und Sernftthal, das Gebirge um Pfäfers und auf der rechten Rheinseite zwischen Chur und Meyenfeld, sowie die Fähnern und der Säntis theilweise vom Nummulitensystem gebildet. Der schroffe Nummulitenkalk findet sich fast überall unmittelbar an der Kalkzone angelagert, wäh- §. 724.

rend der leicht verwitternde, meist mit üppiger Vegetation bedeckte Flysch grosse Zwischenlagerungen, wie z. B. die Niesenkette, bildet und der Taviglianazsandstein, der für eine modificirte vulcanische Asche angesehen wird, nur an einzelnen Punkten namentlich in den Fortsetzungen der Flyschzüge nach Südwesten durch Savoyen hindurch, z. B. bei Thones, gefunden wird. Längs der deutschen Alpen kann man diese Gebilde fast ununterbrochen von Bregenz über Sonthofen, Füssen, Murnau, Tegernsee, Salzburg, Gmunden, Kirchdorf, Weidhofen, Burgstall bis in die Nähe von Wien verfolgen. Besonders bekannt sind hier die Schichten vom Kressenberge, die aus mergeligen Sandsteinen bestehen, welche bauwürdige Eisenerzflötze einschliessen und etwa 250 Arten von Versteinerungen enthalten. Die Schichten selbst bilden meistens steile Mauern und sind ausserordentlich zerrissen und verworfen, indem sie an allen Biegungen und Einknickungen Theil nehmen, welche überhaupt dem Alpensystem eigenthümlich sind. Ueberall zeigen sich in ihnen die besonderen Versteinerungeu, unter denen ausser Nummuliten und Orbitoliten namentlich noch manche Schneckengeschlechter eine wichtige Rolle spielen.

In den östlichen Alpen, wie namentlich bei Häring in Tyrol, Sotzka in Steiermark, Sager in Krain, sind besonders die oberen kohlenführenden Schichten mit reicher Flora entwickelt.

In ähnlicher Weise wie auf der Nordseite der Alpen finden sich auch auf ihrer Südseite die Nummulitengesteine mächtig entwickelt und namentlich im Vicentinischen bedeutend ausgebildet. Den Glarner Schiefern entspricht etwa auf dieser Seite der Alpen der durch seine fossilen Fische so berühmte Monte Bolca unfern Verona, nur mit dem Unterschiede, dass hier die schieferigeu Gesteine, welche ausgezeichnete Fischabdrücke enthalten, sehr feinkörnige, mergelige, weisse und gelbliche Kalksteinschiefer sind, auf deren Massen sich die dunkler gefärbten Abdrücke deutlich hervorheben. Die Lagerung dieser Schichten ist vielfach durch Trapp- und Basaltdurchbrüche gestört, ihre Structur aber dadurch nicht verändert worden. Ausser den Fischen kommen am Monte Bolca noch vielfache Pflanzenreste vor, welche hauptsächlich Palmen und Laubbäumen angehören, und die Schichten selbst sind zwischen gleichlaufenden Ablagerungen eingeschlossen, welche zahlreiche Nummuliten enthalten.

§. 725. **In den Pyrenäen.** Auf beiden Seiten der Pyrenäen, wie namentlich bei Biaritz, findet man in gleicher Weise wie in den Alpen die Nummulitenschichten an den Kern des Gebirges angelagert und durch die Hebungen desselben mit betroffen. An einigen Stellen, wie bei Royan, zeigen sich die Schichten noch in vollständig horizontaler Lage, während sie beim Annähern an das Gebirge aufgerichtet und zerrissen sind. Es würde zu weit führen, wollten wir auf einzelne Eigenthüm-

lichkeiten dieser Schichten sowie derjenigen eingehen, die weiter hin in dem südlichen Europa im Umkreise des Mittelmeeres und in aussereuropäischen Ländern aufgefunden worden sind.

Charakteristische Versteinerungen. Zu den charakteristischen Versteinerungen, die zugleich eine weite Verbreitung haben, gehören die folgenden: §. 726.

Nummulites Biaritzana, complanata, laevigata, perforata, scabra, nummularis. Diadema dilatatum. Orbitolites Fontisi, papyracea, radians, stellata, submedia. Stylocaenia monticularia. Echinocyamus alpinus. Operculina ammonea. Pygorhynchus Cuvieri, scutella. Echinolampas Escheri, ellipsoidalis. Conoclypus conoideus, anachoreta, Bouëi. Eupatagus ornatus. Ananchytes tuberculata. Serpula spirulaea. Clavagella coronata. Pholadomya Puschii. Panopaea intermedia. Corbula rugosa. Corbis lamellosa. Cyrena cuneiformis. Verenicardia acuticosta. Arca barbatula. Ostrea vesicularis. Dentatium grande. Voluta ambigua, musicalis. Nautilus zigzag. Cancer punctulatus. Beloptera belemnitoidea. Oxyrhina Desori. Lamna elegans. Die erwähnte Cerithienschicht, welche namentlich von den Diablerets in den Waadtländer Alpen zuerst gekannt war und die dem oberen Nummulitengebilde angehört, zeigt folgende besonders charakteristische Versteinerungen: *Natica angustata, crassatina, Studeri; Deshayesia cochlearia; Chemnitzia costellata, semidecussata; Cerithium plicatum, elegans, trochleare, Castellini; Cyrena convexa; Cytherea incrassata, Villanovae; Cardium granulosum; Ostrea cyathula.* Im Flysch kommen ausser den Tangen (*Chondrites intricatus, Targioni, arbuscula, lautespites filiformis*) noch sehr häufig sogenannte Wurmsteine vor, vielleicht Fährten von Ringelwürmern auf dem feinen Sandschlamm.

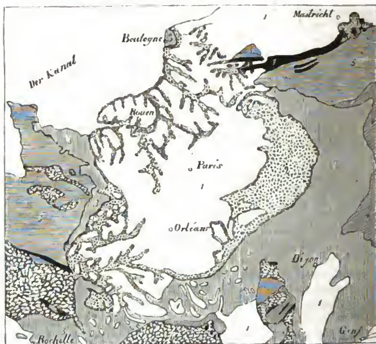
Die Tertiärbecken von Paris und London.

Zusammensetzung. In der Umgegend von Paris, sowie in dem südöstlichen Theile von England finden sich mächtige Tertiärgebilde angehäuft, welche offenbar mit der ältesten Periode beginnen und sich durch die ganze Tertiärzeit fortsetzen. Beide Becken, welche freilich durch den Canal von einander getrennt sind, zeigen eine grosse Menge übereinstimmender Versteinerungen, obgleich sie eine bedeutende Verschiedenheit in mineralogischer Hinsicht gewähren lassen. In dem Pariser Becken wiegen nämlich hauptsächlich Kalke und Sandsteine vor, während in dem Londoner Becken Thone und Mergel die grösste Mächtigkeit erreichen. §. 727.

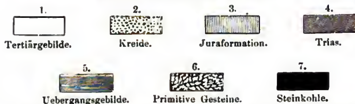
Pariser Becken. Untere Sande. Die beigefügte Karte, Fig. 626 (a. f. S.), zeigt das Tertiärbecken von Paris etwa in Form eines Kreises, als dessen Mittelpunkt Paris gelten kann. §. 728.

Die ganze Fläche dieses Kreises ist von den Tertiärschichten angefüllt, welche im Umkreise überall auf der Kreide anflagern. Auch im

Fig. 626.



Karte des Tertiärbeckens von Paris.



Inneren des Kreises zeigt sich die Kreide überall da an der Bodenfläche, wo partielle Hebungen, Thalrisse oder Flussbetten die Tertiärgebilde bis auf eine gewisse Tiefe durchbrochen haben. Die Schichtenfolge in diesem Becken ist äusserst mannigfaltig und der Gegenstand genauer Erforschungen von Seiten der französischen Geologen gewesen.

Untere Sande. Unmittelbar über dem Eisenkalke oder, wo dieser fehlt, über der Kreide finden sich die unteren Sande oder der **plastische Thon** (*Sables inférieurs; Argile plastique; Etage Suessonien*),

meist aus weissen, rothen oder grauen Thonen mit eingesprengtem Süsswasserkalk in seinen unteren Lagern zusammengesetzt. Zuweilen zeigen sich anch statt dieser Schichten Bänke von Puddingen und Rollsteinen, die auf Kosten der unterliegenden Kreide und ihrer Feuersteine gebildet sind, oder auch gelber und grauer Sand mit Braunkohlenablagerungen, bei welchen sich zuweilen alaunhaltige Eisenkiese finden. Der plastische Thon enthält neben einer Menge von Süsswasserschnecken auch die ersten fossilen Knochen von Säugethieren und Schildkröten und darf demnach unbedingt als eine Süsswasserbildung betrachtet werden. In seinen oberen Schichten indess, die meist sandiger werden und eine schwärzliche Farbe annehmen, findet man anch einige zerstreute Meeresversteinerungen, die allmälig nach oben an Menge zunehmen. Gewöhnlich finden sich an der Basis des plastischen Thones bläulich grauer glimmeriger Sand oder Süsswasserkalk mit eigenthümlichen Säugethieren (*Coryphodon Oweni; Arctocyon primaevus*), darüber unreiner Thon, worin Muschelbänke von Austern (*Ostrea bellovacina*) und andere Säugethiere (*Viverra gigantea*) und Schildkröten (*Trionyx*), dann der Sand und der sandige Thon ganz oben, welcher oft nur Meerespetrefacten und darunter besonders viele Nummuliten (*Nummulites planulata*) enthält. Mit dieser ausserdem noch an anderen Meeresmuscheln sehr reichen, besonders bei Soissons entwickelten Schicht von Muschelsandstein schliesst der plastische Thon nach oben ab.

Etage Parisien. Unterer Grobkalk. Mittlerer Sand. Sandstein von Beauchamp. Oberer Kalk und Gyps. Dem plastischen Thone folgt die Grobkalkformation (*Calcaire grossier*), die offenbar ganz dem Meere angehört und eine ungemein grosse Menge von Fossilien enthält. Die Formation beginnt mit einem grünlichen Kieselsand, der nur wenig mächtig ist und eine geringe Verbreitung besitzt. Ueber diesem Sande erst zeigt sich der eigentliche Grobkalk, der unten meist grün gefärbt, zerreiblich und zum Bauen unbrauchbar ist und als Leitfossilien Nummuliten (*N. laevigata, scabra*) enthält, während seine mittleren und oberen Schichten jenen vortrefflichen, festen und dennoch leicht zu bearbeitenden Quaderstein geben, aus dem ganz Paris erbaut ist. Die oberen Bänke des Grobkalkes werden meist compacter und wechseln öfter mit Mergeln ab, die Zähne von Lophiodon und verschiedenen anderen Säugethieren, Pflanzenreste und einige Süsswassermuscheln enthalten, während sonst die überwiegende Mehrzahl der Fossilien dem Meere angehört. §. 729.

Ueber dem eigentlichen Grobkalk finden sich weisse oder grünliche glimmerlose Sandsteine (*Sables moyens*), welche öfter Kalkknoten enthalten und mit dem Grobkalke eine Unzahl Versteinerungen theilen. Man nennt diese Schichten, welche nach oben mit Meereskalken abschliessen, von den Steinbrüchen, wo sie sich hauptsächlich zeigen, Sand-

steine von Beauchamp. Sie enthalten besonders *Nummulites variolaria* und entsprechen der Cerithienschicht des oberen Nummulitengebildes.

Diesen Sandsteinen folgt der Kieselkalk von St. Ouen (*Calcaire siliceux des St. Ouen*), offenbar eine Süsswasserbildung, zusammengesetzt aus zahlreichen Wechsellagern von dolomitischen Mergeln mit Kieselnieren und zerstreuten Kieselmassen, weissen, compacten Kalksteinen, grünlichen Sandlagern mit vielen Süsswassermuscheln, Sumpfpflanzen, Charakörnern und Säugethierknochen, namentlich von Anoplotherien und Paläotherien.

Gypshaltige Mergel, die ebenfalls dem süssen Wasser ihren Ursprung verdanken, folgen über dem Kieselkalke. Die Mergel sind gelb oder grünlich und der Gyps in Form von zwei oder drei grossen linsenartigen Scheiben darin abgelagert, die bis zu 20 Meter Mächtigkeit und 120 Kilometer Durchmesser haben. In diesen Gypsmergeln, die namentlich bei Montmartre bedeutend entwickelt sind, zeigen sich jene zahlreichen Säugethierknochen, deren Bestimmung den Ausgangspunkt einer rationellen Paläontologie bildete. Fast kein Block wird aus dem Gypse von Montmartre gebrochen, der nicht Knochen enthielte; — meist aber isolirt und zerstreut, nur selten finden sich ganze Skelette.

Die letzte Schicht der Grobkalkformation wird von grünen gyps- und strontianhaltigen Mergeln gebildet, die zuweilen ungemein grosse Massen eines blasigen Kalksteines enthalten, der zu Mühlsteinen benutzt wird und nicht mit den eigentlichen Mühlsteinen, die weit höher in der Schichtenreihe vorkommen, verwechselt werden dürfen. Diese Mühlsteine, welche sich in den oberen Gypsmergeln finden, tragen den Namen der Mühlsteine von Brie.

§. 730. **Oberer Sandstein.** Die obere Abtheilung der Pariser Tertiärschichten wird von zwei sehr ausgezeichneten Formationen gebildet, deren unterste unter dem Namen des Sandsteines von Fontainebleau bezeichnet wird. An der Basis dieser Sandsteine findet sich eine dünne Bank von sandigen, gelben oder grünen Thonen, welche eine grosse Menge von Austern enthalten. Auf diese folgen nun meist durchaus weisse Sandschichten, die nur wenig Glimmer enthalten und zuweilen in Feuersteinpuddinge, eisenschüssige Sandsteine oder knauerhaltige Sandschichten übergehen, in denen man verkieselte Baumstämme und Eindrücke von fossilen Pflanzen gefunden hat. Die harten, glänzenden, feinkörnigen Sandsteine, die namentlich in Paris als Pflastersteine benutzt und sämmtlich im Walde von Fontainebleau gebrochen werden, sind locale Verdichtungen dieser vorherrschend lockeren Sandschichten, in welchen vielerlei Petrefacten die Meeresbildung deutlich erkennen lassen.

Die Mühlsteine von Montmorency, eine reine Süsswasserbil-

dung schliessen die Reihe der Pariser Tertiärgebilde. Die ganze Ablagerung besteht aus rothen, eisenschüssigen, sandigen Thonen und Mergeln, die viel Quarzkörner und grosse Concretionen eines blasigen, kalkhaltigen Kieselsteines enthalten, welche letztere als Mühlsteine ausgebeutet werden. Im Süden des Beckens werden diese Thone mit Kieselnieren durch compacte, röhrige Süsswasserkalke ersetzt, die oft mit weissen oder seltener grünen Mergeln wechseln, in welchen man ebenfalls Andeutungen von Kieselconcretionen findet. Fetzen dieser Bildung, welche man den Kalkstein von Beauce nennt, finden sich hier und da auf der Oberfläche des Tertiärbeckens zerstreut, ohne merklichen Zusammenhang und in sehr abwechselnder Gestalt, indem bald mehr Sand, bald Kiesel, Kalk oder Thon in ihrer Zusammensetzung vorherrschen, was hauptsächlich von localen Einflüssen bei der Bildung abhängig war.

Sables de l'Orléanais; Faluns, Sand von St. Prest. Ueber diese §. 731.
Bildungen des eigentlichen Pariser Beckens lagern sich nun im Süden, zuerst in der Umgegend von Orleans Sandschichten und Sandsteine auf, welche eine Menge von Säugethieren, die theilweise mit denen des Mainzer Beckens übereinstimmen, nebst Krokodilen, Fluss- und Landschildkröten enthalten, und die Sande des Orléanais genannt worden sind; über diesen folgen die Faluns der Touraine, weiche, zerreibliche, gelbliche Mergelkalke, die noch enger mit den oberen Schichten des Mainzer Beckens zusammenhängen, und endlich ganz oben die Sande von St. Prest (Eure et Loire), von welchen es noch zweifelhaft ist, ob sie nicht dem Diluvium zugezählt werden müssen.

§. 732. Bei der ungemeinen Wichtigkeit, welche das Pariser Becken als Grundlage für Vergleichungen hat, geben wir hier die Uebersicht der einzelnen Schichten desselben nach d'Archiac:

Oberste Tertiärgebilde:		Sand von St. Prest (*Elephas meridionalis; Rhinoceros leptorhinus; Hippopotamus major etc.* Menschenspnren?)
Mittlere Tertiärgebilde		Faluns der Loire nnd Tonraine (*Dinotherium Cuvieri, bavaricum; Mastodon angustidens, pyrenaicus; Rhinoceros minutus; Anchitherium Aurelianense; Hyaemoschus crassus; Halitherium fossile.*
		Sande des Orléanais. *Amphicyon giganteus, major;* dieselben Arten von *Dinotherium, Mastodon, Anchitherium, Rhinoceros.*
	Oberer Süsswasserkalk	1. Süsswasserkalk mit Helix (Beaucekalk) *Lagomys;* dieselben Arten von *Mastodon, Rhinoceros* etc.
		2. Thon und Mühlsteine (von Montmorency).
		3. Kalke und Mergel.
	Obere Sande und Sandsteine	1. Sandstein von Fontainebleau.
		2. Sand nnd Muschelbänke.
		3. Meeresmergel mit Austern.
Untere Tertiärgebilde	Mittlere Süsswasserkalke	1. Mergel nnd Mühlsteine (von Brie).
		2. Mergel und Kalksteine mit zerstreuter Kieselerde oder Kieselknollen.
		3. Grüne Mergel.
		4. Gyps- und Gypsmergel, in drei Massen gethellt (von Montmartre) (*Palaeotherium sp. Anoplotherium, Xiphodon. Dichobune, Chaeropotamus, Viverra, Canis, Hyaenodon, Didelphys* etc.
		5. Meeresmergel (*Pholodomya ludensis*).
		6. Süsswasserkalke und Mergel (von St. Ouen).
	Mittlere Sandsteine und Sande	1. Meereskalke.
		2. Sandsteine von Beauchamps (*Nummulites variolaria*).
		3. Sand.
	Grobkalk	1. Süsswassermergel.
		2. Oberer Grobkalk (*Lophiodon parisiense; Pachinolophus Duvali, Prevosti; Dichobune Robertianum, suillum; Paloplotherium codiciense*).
		3. Mittlerer Grobkalk (*Cerithium giganteum*).
		4. Unterer Grobkalk und grober Grünsand (*Nummulites laevigata, scabra*).
	Untere Sande.	1. Plastischer Thon, Grünsande.
		2. Muschelbänke (*Neritina Schemidelliana, Nummulites planulata*).
		3. Verschiedene Sande, mittlerer Grünsand (*Ostrea rarilamella, var. minor; Pectunculus polymorphus*).
		4. Sandsteine, Puddinge, Thon, Austern und Muschelbänke (*Cerithium, Cyrene, Melania, Melanopsis*), Braunkohlen nnd plastischer Thon (*Coryphodon eocaenus; Viverra gigantea; Trionyx vittatus*).
		5. Unterer Süsswasserkalk.
		6. Unterer Grünsand (*Arctocyon primaevus*), Conglomerate (*Coryphodon Oweni; Gastornis parisiensis*), Thon.

Fig. 627.

Geognostische Karte von England.

1 2 3 4 5 6



Krystallinische Gesteine. Silurisch. Devonisch. Kohlenform. Permisch. Trias.

7 8 9 10 11



Jura. Wälderformation. Kreide. Tertiär. Alluvion.

§. 733. **Londoner Becken. Thanetsand. Woolwichthon. Londonthon. Baghshotsand.** Die englischen Tertiärbecken haben eine bedeutende Ausdehnung, indem das Loudoner Becken die ganze südliche Hälfte der Ostküste Englands von der Themse bis zum Wash einnimmt, und der Themse entlang sich weit in das Land hinein erstreckt. Auf der Südküste findet sich eine geologisch ansehnliche Ablagerung auf der Nordhälfte der Insel Wight und dieser gegenüber in Hampshire, deren Zusammenhang mit dem Londoner Becken selbst durch die inselartige Erhebung der Wäldergebilde und der Kreide unterbrochen ist.

Die Schichtenfolge im Londoner Becken ist äusserst einfach. Den Boden der Mulde füllt eine sandige Kiesmasse, mit Conglomeraten durch thonige Schichten zusammengebacken und vereinigt, die man den Thanetsand genannt hat, und über welcher noch buntgefärbte Thone liegen, welche das wahre Aequivalent des unteren plastischen Thones von Paris bilden.

Ueber diesen Schichten liegen mächtige Lager von blauem oder schwarzgrauem Thone, öfters gesprenkelt, mit grauer Erde und weissem Sande, die besonders bei Woolwich entwickelt sind und als charakteristische Versteinerung dieselbe Auster (*Ostrea bellovacina*) wie die plastischen Thone des Pariser Beckens enthalten.

Dann folgt der eigentliche Londonthon, zäher, brauner oder blaugrauer Thon, häufig durch Lager von ovalen oder unregelmässigen Massen mergeligen Kalksteines verunreinigt, die Septarien genannt werden. Zuweilen häuft sich die Kalkmasse, welche die Septarien bilden, so bedeutend au, dass sie vollständige Schichten darstellt. Die Insel Sheppey an der Themsemündung und der Highgatehügel bei London sind die classischen Orte für den Londonthon.

In seinen oberen Schichten geht der Londonthon allmälig in einen kieseligen Sand, mit dünnen Mergellagern gemischt, über, der Bagshotsand, dessen wenige Versteinerungen mit denjenigen der Sand- und Thonschichten von Bracklesham und Barton übereinstimmen, welche wieder, unter 193 Arten, 140 Arten des Grobkalkes enthalten.

§. 734. **Crag.** Im Norden des Londoner Beckens befinden sich namentlich in den Grafschaften Norfolk und Suffolk Tertiärgebilde, die zum Theil noch den oberen Schichten der mittleren Abtheilung angehören, grösstentheils aber mit den neueren Ablagerungen, besonders Italiens, im Alter parallel sind. Man hat in diesen Ablagerungen, welche man den Crag genannt hat, drei Abtheilungen unterschieden.

Der Korallen-Crag (*Coralline-Crag*), meist aus grünlichen oder gelblichen Mergeln mit zusammenhängenden Kiesellagern bestehend, abwechselnd mit Sand und untergeordneten Kalkbänken. Eine reiche Fauna von fossilen Meeresbewohnern, namentlich Schnecken und

Muscheln, findet sich in diesem Korallen-Crag nebst einigen Polypen, die aber keine Korallenbänke bilden. Die Fauna ist durchaus eigenthümlich, vielleicht einigermaassen an die der Faluns in der Touraine sich anschliessend, aber insofern sehr verschieden, als sie einen mehr nordischen Charakter bietet.

Ueber diesen Schichten finden sich rothe, eisenhaltige Mergel, oft mit ockerigen Kneten vermischt, rothe und braune Sandschichten, zuweilen ins Weisse übergehend, die eine ähnliche Fauna enthalten, aber offenbar späteren Ursprungs sind und mit dem Namen des rothen Crag (*Red-Crag*) bezeichnet werden. D'Orbigny stellt diese beiden unteren Abtheilungen des Crag zu seiner oberen Gruppe des Falunien und parallelisirt damit die Mühlsteine von Montmerency im Pariser Becken.

Eine dritte Stufe wird von unregelmässigen Lagern von Sand, Schiefern, Lehm und Blätterthon zusammengesetzt, die zuweilen auch feuersteinartige Schiefer, Kiesbänke und kleine Kalklager enthalten; viele Meerschnecken und Muscheln zeigen sich darin gemischt mit Süsswasserbewohnern, mit Säugethier-, Reptilien- und Fischknochen, und die ganze Schichtenfolge dieses neueren Norwich-Crag lässt deutlich auf eine seichte, sandige Meeresbucht schliessen, in welche eine grosse Menge süssen Wassers sich ergess, so dass in dem Brakwasser die, solchen Becken eigenthümliche, gemischte Fauna lebte; einerseits mit Seefischen und anderen Seebewohnern, anderntheils mit Landthieren vermischt, deren Leichen durch die Flüsse in das Seebecken geschafft wurden. Bemerkenswerth ist dabei, dass unter den Muscheln dieses jüngsten Crag, dessen Säugethiere grosse Uebereinstimmung mit St. Prest zeigen, Typen vorkommen, welche auf eine bedeutende Erkältung des Meerwassers hinweisen.

Becken von Hampshire und der Insel Wight. In diesem §. 735. Becken scheinen die den Thanetsanden entsprechenden Schichten entweder ganz zu fehlen oder noch nicht aufgeschlossen zu sein; dagegen finden sich die plastischen Thone von Woolwich und der Londenthon wohl vertreten in derselben Weise. Ueber ihnen liegen vier unterscheidbare Gruppen von Sandschichten mit grünlichen Mergeln, Grünsanden und Kalken gemischt, welche man von unten nach oben als unteren Bagshotsand, Sand von Bracklesham (*Nummulites variegata*, *Cerithium giganteum*), von Barton (*Nummulites variolaria*) und von Headon unterschieden hat und die in ihrer Gesammtheit dem Bagshotsande entsprechen. Auf diese Meeresschichten folgen wieder mächtige Süsswasserablagerungen: die Sande von Headon, in welchen bei Hardwell ein ausgezeichnetes Lager von Säugethieren (*Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Dichobune* etc.) mit vielen Reptilien und Fischen sich findet; darüber die Schichtengruppen von Bembridge, unten

(bei Osborne) Sandsteine und Sande, darüber Süsswassermergel und Kalke mit den Säugethieren von Montmartre, darüber Meeresmergel mit Austern, Cerithien und Cyrenen; endlich als oberstes Glied die Süsswasserablagerungen von Hempstead mit Zwischenlagern von Sand und kohligen Thonen, welche den Sandsteinen von Fontainebleau zu entsprechen scheinen.

§. 736. **Belgisches Becken.** Nach Nordosten hin hängen die Schichten des Pariser Beckens mit Tertiärschichten zusammen, die, in Flandern und Belgien beginnend, sich bis nach Aachen und in die Nähe des Rheines erstrecken. Als untere Tertiärbildungen hat man dort unteren Grünsand und darauf braune plastische Thone, dem Londonthon analog, dann, bei Brüssel, Sande mit *Numm. planulata*, darüber kalkige Sandsteine und Sandkalke mit *Numm. laevigata*, und als oberste Gruppe Sande bei Laeken mit *Numm. variolaria* angesehen. Darüber finden sich bei Limburg Thone und Muschelsande und in höherem Niveau Thone bei Boom als Repräsentanten der mittleren Tertiärgebilde und endlich, als der oberen Gruppe angehörig, Sande bei Bolderberg und Diest und ganz oben das sogenannte Crag von Antwerpen, schwarze, graue und gelbe Sande, Sandsteine und Sandkalke mit eigenthümlichen Versteinerungen.

§. 737. **Bohnerz.** Eine eigenthümliche, der älteren Tertiärzeit angehörende Formation bilden die Bohnerze (*fer sidérolitique*) des schweizerischen Jura und der schwäbischen Alb (*Frohnstetten*). Es sind diese hauptsächlich in den Thälern des solothurnischen und bernischen Jura hervortretenden Bildungen, die aber auch am Salève bei Genf und weiter südlich vorkommen, unregelmässige Ablagerungen, die unmittelbar auf dem weissen Jura oder den Neocomschichten auflagern und aus bohnenförmigen Körnern von Brauneisenstein, die fast immer concentrisch schalige Structur wie die Pisolithe zeigen, aus plastischen Thonen, Mergeln und Quarzsand bestehen. Die Eisenerze befinden sich stets, wenn sie vorkommen, am Boden der Ablagerungen unter den meist rothen oder gelben Thonen; häufig fehlen dieselben und dann sind die Lager aus blendend weissem Sand (*Cruseilhes*) oder Sandsteinen gebildet. Dieselben breiten sich unregelmässig auf dem Boden der Thäler aus und setzen sich nach unten in Spalten und Klüfte fort, deren Kalkwände bedeutende Veränderungen erfahren haben, indem sie bis in eine gewisse Tiefe mit Kiesel oder mit Dolomit oder Eisen durchdrungen und sichtlich angefressen sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Ablagerungen von Quellen und zwar wahrscheinlich warmen Quellen herrühren, welche durch die Klüfte und Spalten aufstiegen und die Zersetzungsresultate der tieferen von ihnen angegriffenen Gesteine (Eisen, Kieselerde, Thon) an die Oberfläche brachten. Die Frage, wel-

cher Zeit diese Quellenbildung angehörte, wurde durch das Auffinden von fossilen Knochen am Mauremont (Canton Waadt), bei Egerkingen und Gösgen (Canton Solothurn) und Frohnstetten (Schwaben) gelöst. Man fand dort die meisten Säugethiere der Gypse von Montmartre nebst vielen eigenthümlichen Arten, Schildkröten, Krokodilen und Riesenschlangen.

Mittlere Tertiärgebilde (Miocen).

Becken der Auvergne. In der Umgebung des granitischen §. 738. Centralkernes von Frankreich finden sich einige kleine Tertiärbecken, welche die Thäler der Auvergne ausfüllen. Das grösste derselben tritt in dem durch den Zusammenfluss der Loire und des Allier gebildeten Winkel auf, in welchem auch Clermont, die Hauptstadt der Auvergne, liegt. Die untersten Schichten dieses Beckens werden von rothen Mergeln gebildet, die zuweilen mit compacten, weissen Kalksteinen abwechseln und in der Mitte des Beckens sehr mächtig werden, während an den Rändern die Kalksteine überhand nehmen und sandig werden. In den oberen Schichten dieser Bänke finden sich namentlich gelbliche, fragmentarische Kalksteine, harte Sandsteine, körniger Gyps mit vielen Säugethierknochen und Süsswassermuscheln. Die Schalen der kleinen Krebse, welche Cypris genannt werden, bilden oft förmliche Schichten. Unter den fossilen Muscheln zeichnen sich besonders aus: *Paludina Dubuissonii*, *arvernensis*; *Limnaea cornea*; *Planorbis rotundata*; *Helix Ramondi*, *Cocquii*; *Cyrena depressa*; — unter den Säugethieren: *Mustela plesictis*; *Viverra antiqua*; *Hyaenodon leptorhynchus*; *Anthracotherium magnum*, *velaunum*; *Oplotherium*; neun Arten von Hirschen (*Cervus*); *Talpa antiqua*; *Erinaceus arvernensis*; *Steneofiber*.

Ueber diesen grösseren Becken, die offenbar zum Miocen gehören, finden sich hier und da zerstreut Flecken von neueren Schichtenbildungen, meist aus vulcanischen Tuffen und Bimssteinen zusammengebacken, worin viele noch unbestimmte Fisch-, Insecten- und Pflanzenreste vorkommen, und die eine wahre Fundgrube für Säugethiere neuerer Formationen geworden sind. Man hat hauptsächlich bis jetzt darin folgende Thiere gefunden: *Ursus arvernensis*; *Lutra arvernensis*; *Felis* (*Steneodon*) (*Ursus*) *cultridens*, *arvernensis*, *brevirostris* etc.; *Canis*; *Hyaena arvernensis*; *Elephas primigenius*; *Mastodon angustidens*; *Rhinoceros elatus*; *Tapirus arvernensis*; *Cervus* 15 Species; *Hystrix cristata*; *Equus*; *Hippopotamus*; *Antilope*; *Capra*; *Bos*; *Castor* etc. Dem ganzen Verhalten dieser letzteren Säugethierfauna nach muss demnach diese Bildung den Knochenhöhlen und dem Diluvium parallelisirt werden.

Aehnliche Ablagerungen finden sich auch in Südfrankreich und in Italien, von woher wir schon die knochenführenden Sand- und Geröllager aus den Thälern des Po und des Arno erwähnten, und nicht min-

der häufig sind kleine Ablagerungen dieser Art in Deutschland und den östlichen Gegenden Europas.

§. 739. **Pyrenäen-Becken.** An dem nördlichen Fusse der Pyrenäen findet sich gegen Westen hin ein bedeutendes Tertiärbecken, das eine dreieckige Gestalt zeigt. Die eine Seite dieses Beckens wird von dem Ufer des Biskayischen Golfes bis zur Mündung der Gironde, die zweite von dem nördlichen Rande der Pyrenäen, die dritte von den Südabhängen des granitischen Centralkernes von Frankreich und seines secundären Gürtels gebildet.

Als unterste Schicht kennt man in diesem Becken den Grobkalk von Bordeaux, der zuweilen sandig ist, mit Quarzgeröllen gemischt, bald fest und bauwürdig erscheint. An anderen Orten geht dieser Kalkstein in mergeligen Kalk mit Thongallen und selbst in reine, gelbe oder röthliche Mergel über. Man findet diese Schichten nur stückweise hier und da in tiefen Thaleinschnitten, sie lassen sich aber überall durch dieselben Fossilien, welche dem Pariser Grobkalk ähnlich sind, und namentlich durch eine Unzahl Milioliten wiedererkennen.

Auf diesem Grobkalke ruhen Süsswassersandsteine (*Mollasse d'eau douce*) von sehr wechselnder Beschaffenheit, die indess meist ein kalkiges Cäment zeigen und dadurch der Mollasse in petrographischer Hinsicht sehr ähnlich sind. Oft findet man Puddinge, aus Rollsteinen der Pyrenäen oder der granitischen Gesteine im Norden des Beckens gebildet; an anderen Stellen gelbliche, sandige Mergel mit Eisennieren und Thongallen; dort wieder feste Sandsteine, die man zum Pflastern benutzen kann, und zuweilen eingestreute Bänke von Braunkohlen. In den meisten dieser Schichten hat man Knochen von Paläotherien, Schildkröten und Crocodilen gefunden.

Ueber dieser Süsswassermollasse finden sich weisse, erdige, zuweilen compacte Kalksteine (*Calcaire de l'Agénais*), die nach oben bituminös und bläulich werden. Oft enthalten diese Kalke kieselige Massen, schieferige Zwischenschichten, Mergel, Thone und Bohnerze. Zahlreiche Knochen von Säugethieren der mannigfachsten Art finden sich in diesen Süsswasserkalken zerstreut; das Lager von Sansans im Gersdepartemente gehört denselben an.

§. 740. Die Faluns von Bordeaux, welche über diesen Süsswasserkalken liegen, bestehen aus kieseligen Thonsandsteinen, die zuweilen kalkig werden und eine ungemeine Masse von Fossilien enthalten, welche alle auf eine Meeresformation schliessen lassen. Die Fauna dieser Faluns stimmt, wie es scheint, in vielen Punkten mit derjenigen der Schweizermollasse überein, und muss vielleicht mit dieser eher der Subapenninenformation, als der miocenen Periode, wie man bis jetzt gethan, parallelisirt werden.

Ueber den Faluns endlich finden sich gewaltige, unklar geschichtete Bänke von Geröllen, die einen Kalkkitt haben, von gelben, kreidigen Kalksteinen, weisslichen Sandschichten mit Quarzgeröllen, abwechselnd mit gelben, eisennierenhaltigen Thonen und Sandlagern. Die unfruchtbare Ebene der *Landes* ist besonders von diesen losen Sandgeröllen gebildet.

Zu diesem Becken gehört das berühmte Knochenlager von Sansan im Cherdepartement, wo man 98 Arten von Säugethieren und Reptilien gefunden hat, die, wie es scheint, durch eine Ueberschwemmung oder einen Strudel dorthin gebracht wurden, und von denen die meisten dieser Localität eigenthümlich sind und fast allen Ordnungen der Säugethiere angehören. Die Schichten, welche diese Knochen enthalten, sind ein ziemlich harter Kalk, über welchem Sand und Sandsteine liegen, die ebenfalls einige, aber nur wenige Knochen enthalten. Im Uebrigen scheint diese Fauna durch die Nashörner, Dinotherien, Hirsche und Antilopen sich besonders der Säugethierfauna der Mollasse anzuschliessen.

Becken der Provence. Auf der Ostseite des nördlichen Pyrenäenabhanges werden die Ebenen des Languedoc, der Provence und zum Theil die von Burgund von einem ähnlichen Tertiärbecken gebildet, wie das auf der Westseite geschilderte ist. §. 741.

Die untersten Schichten dieses Beckens werden von groben Sandbänken, rothen oder gelben Mergeln mit Kalkknoten, grauen mergeligen Kalksteinen, bituminösen Thonschiefern in bunter Abwechselung gebildet, zwischen welchen Lager von Braunkohlen eingeschoben sind, die an vielen Orten bauwürdig erscheinen und bald gute, glänzend brechende Kohlen, bald schieferige, erdige Massen zeigen. Ueber den Braunkohlen finden sich meist blätterige Mergelmassen von allen Farben, die mit Sand- und Kalklagern abwechseln. In allen diesen Braunkohlenschichten (*Terrains à lignites*) finden sich Süsswassermuscheln in grosser Menge, mit Schildkröten- und Krokodilknochen; ein Beweis, dass sie keiner Meeresbildung angehören.

Ueber den Braunkohlenschichten finden sich dicke, compacte Kalkschichten von grauer oder gelber Farbe, die zuweilen mergelig oder oolithisch werden und an einigen Orten auch in Conglomerate und Puddinge übergehen, welche gelbe und rothe Gerölle enthalten und als Marmor benutzt werden. Zuweilen finden sich auch Kieselkalke und Mergelschiefer, Macignos und grobe Sandsteine, und endlich als letztes Glied dieser Süsswasserkalke mächtige Schichten von Thon- und Kalkschiefern, die bei Aix namentlich durch ihren Reichthum an fossilen Resten bekannt sind. Man hat darin Vogelknochen mit Federn, Schildkröten, viele Süsswasserfische und Crustaceen, Süsswassermuscheln, Palmenblätter, Tannenzapfen und vor allen eine ungemein grosse Menge von Insecten (mehr als 150 Arten) gefunden, deren Bestimmung aber

leider nur eine sehr zweifelhafte ist, da trotz der guten Erhaltung dieser Abdrücke von Aix gerade die bei Bestimmung der Insecten hauptsächlich in Betracht kommenden Theile, wie Fühlhörner, Fresswerkzeuge und Beine, nicht gehörig sichtbar sind.

§. 742. **Bei Montpellier.** In der Umgegend von Montpellier, in den Departements des Gard und des Hérault findet sich über diesen Süsswasserkalken ein eigenthümliches System meist kalkiger Schichten, welche Meeresmuscheln und Säugethierknochen enthalten und unter dem Namen des *Calcaire Moëllon* bekannt sind. Meist erscheinen an der Basis dieser Kalkschichten in unmittelbarer Auflagerung auf dem Süsswasserkalke blaue, oft chloritische Mergel, mit Sandschichten gemengt. Der Moëllonkalk selbst ist ein grobkörniger, blasiger Kalk voll Höhlen und leeren Zwischenräumen, der wie eine aus Muschel- und Polypenfragmenten zusammengebackene Breccie sich darstellt, oft Gerölle und Conglomerate enthält und hier und da in verhärtete Mergel- und Sandschichten übergeht. Es finden sich sehr häufige Fossilien, aber nur selten schön erhalten, darin; die häufigsten sind: *Cerithium plicatum, margaritaceum; Ostrea virginica, undata; Pecten benedictus, laticostatus; Perna maxillata; Arca diluvii; Palaeotherium; Lophiodon.*

An den Rhonemündungen findet sich statt des Moëllonkalkes eine Ablagerung weicher, sehr feinkörniger, gelblicher Kalksteine, welche dieselben Fossilien besitzen und ebenfalls auf blauen Mergeln ruhen. Weiter nach Nordosten hin zeigen sich bläuliche oder röthliche Sandsteine, mergelige Kalke, zuweilen auch bläuliche Mollassensandsteine, alle mit reichlichen Fossilien.

Als oberste Schichten endlich erscheinen bei Montpellier gelbe Sandschichten mit Meeresmuscheln und Säugethierknochen oder Süsswasserkalke von geringer Consistenz; bei Perpignan sandige Mergel mit vielen Fossilien; bei Marseille schieferige Mergel mit Pflanzenabdrücken und Kalktuffe mit Süsswasserschnecken. Unter den Meeresmuscheln von Perpignan zeichnen sich namentlich aus: *Cyprina islandicoidea; Cardium hians; Pectunculus glycimeris; Pinna nobilis; Turbo rugosus; Turritella vermicularis; Cerithium varicosum; Ranella marginata; Rostellaria pes pelecani; Buccinum semistriatum; Terebra duplicata.*

§. 743. **Drôme.** Während die Tertiärschichten in ähnlicher Weise sich längs der Isère und der Rhone bis unmittelbar an die Alpen verfolgen lassen, beobachtet man in dem Departement der Drôme eine noch complicirtere Bildung derselben, indem ein dreifacher Wechsel zwischen Meeres- und Süsswasserablagerungen sich hier findet. An der Basis zeigt sich bunter Quarzsand, zuweilen ganz weiss oder roth mit Spuren von Gyps oder Braunkohlen, Mergel, mit einem hellgelben Kalk abwechselnd, der Kieselknollen enthält, und alle diese Schichten scheinen in süssem

Wasser abgesetzt. Hierauf folgt die erste Meeresbildung oder die untere Mollasse, muschelreiche Quarzsandsteine mit kalkigem Cement, die besonders viele Seeigel enthalten. Sie werden überlagert von bunten Kalk- und Thonmergeln, Süsswasserkalken und bläulichen Sandsteinen, die zuweilen Kohlen und Gyps enthalten und die mittlere Süsswasserschicht bilden. Auf diese folgt die obere Meeresmollasse, erdige, feinkörnige Sandsteine, deren Quarzkörner durch ein Thoncement vereinigt sind und die viele Muscheln besonders aus den Gattungen *Venus* und *Cythere* enthalten. Als oberste Schicht endlich zeigen sich wieder Süsswasserbildungen, blaue Mergel und gelbe Sandlager, die viele Süsswassermuscheln und Braunkohlen enthalten. In dieser Weise geben die Mollassenbildungen Ostfrankreichs in die eigentliche Mollasse der Schweiz und Savoyens über.

Mollasse. Erstreckung. Zusammensetzung. Der ganze weite Raum zwischen den Alpen einerseits und dem Jura andererseits, der die sogenannte ebene Schweiz sowie die Thäler Tyrols, Steiermarks, Salzburgs und Kärnthens bildet und sich von Genf bis Wien erstreckt, ist mit einer gewaltigen Ablagerung sandiger Conglomeratschichten erfüllt, die man mit dem Namen der Mollasse bezeichnet. Das deutsch-schweizerische Mollassebecken kann man etwa in folgender Weise begrenzen. Am Fort de l'Eclnse, unterhalb Genf beginnend, geht seine Nordgrenze längs dem Jurarande über Neuenburg, Solothurn, Aarau, Schaffhausen bis Sigmaringen, zieht dann, mit geringen Ausnahmen, dem Donaulaufe nach über Ulm, Donauwörth, Regensburg, Straubing nach Linz, Krems, Tuln und bis gegen Kloster Neuburg; — bis Regensburg auf den Schichten des Jura, von dort an auf den Gesteinen des bairischen und böhmischen Waldes auflagernd. Die südliche, bei weitem unregelmässigere Begrenzungslinie, längs welcher die Mollasse meist auf dem Nummulitengebilde der Alpen auflagert, lässt sich von Korneuburg etwa durch eine Linie über Burgstall, Steyr, Salzburg, Traunstein, Tölz, Murgau, Bregenz, Rheineck, Wesen, Lucern, Thun, Bulle, Vevey, Thonon und Genf darstellen, so dass das Becken im Ganzen über 200 Stunden in der Länge und 40 in der Breite messen würde. Das schweizerische Becken ist von dem deutschen vollständig durch den Bodensee und den Rheinlauf bis Schaffhausen, das deutsche vom weiter östlich gelegenen mährischen durch den Donaulauf zwischen Krems und Pressburg abgeschlossen. §. 744.

Durch die Umgegend von Chambery hängt die Mollasse mit ähnlichen Schichten im Südosten Frankreichs zusammen. In der Nähe von Chambery zeigt sie an ihrer Basis Conglomerate mit sandigem Bindemittel und dann blaue, rothe und bunte Mergel mit weissen Adern von Gyps, mergeligem und sandigem Süsswasserkalkstein und einigen dünnen Lagern von Braunkohlen, die an einzelnen Orten ausgebeutet

werden. Die Mächtigkeit dieser unteren Süsswassermollasse mag etwa 1000 Meter betragen. Sie liegt gewöhnlich in concordanter Schichtung auf den Jurakalken und steigt bis zu bedeutender Höhe an. Ueber dieser Süsswassermollasse liegt nun die eigentliche Meeresmollasse; — ein mehr oder minder harter, grünlich grauer, feinkörniger Sandstein, dessen Schichtung oft nur durch untergeordnete Bänke von Thon, Mergel oder Muschelsandstein bemerkbar wird. Als charakteristische Meeresversteinerungen enthält diese Meeresmollasse besonders zahlreich Haifischzähne und Kammmuscheln. Ueber der Meeresmollasse liegen dann noch Schichten von Sandsteinen, Thon, Geröllen mit Süsswassermuscheln, Braunkohlen, Blätterabdrücken, Tannenzapfen, Abdrücken von Käferflügeln u. s. w., die einer ganz jungen Bildung angehören und auch an der Hebung der alten keinen Theil mehr haben, sondern in horizontalen Schichten sich ausbreiten.

In der Umgegend von Genf unterscheidet man hauptsächlich zwei Stockwerke in der Bildung der Mollasse. Das unterste, welches nur selten hervortritt, besteht aus röthlichen Schichten eines feinen Thonsandsteines mit Thon und Mergeln abwechselnd, und bildet die Basis des Hügels von Cologny.

Ueber dieser rothen Mollasse, die meist keine Versteinerungen enthält, aber doch wohl dem süssen Wasser angehört, liegt körniger Gyps, Stinkkalk, trockene Braunkohlenschmitzen, die eine schieferige Structur zeigen und mit Mergeln und Kalkbänken abwechseln, welche viele Süsswassermuscheln enthalten. Als oberste Lage folgt ein weisslicher oder gelblicher, meist ziemlich harter Sandstein mit kalkigem Bindemittel, der als Baumaterial ausgebeutet wird und ebenfalls dem süssen Wasser angehört, da er an einigen Orten viele Blätter, besonders auch von Palmen enthält.

§. 745. **Lagerung.** Von den Ufern des Genfersees an nehmen nun die Ablagerungen der Mollasse, die sich durch die ganze Schweiz, Baiern und Oberösterreich verfolgen lassen, einen ziemlich einförmigen normalen Charakter an. In der Basis findet sich die untere Süsswassermollasse, röthliche Mergel, graue Sandsteine, Letten, lose und feste Nagelflue und zerstreute Bänke von Pechkohle und Braunkohlen mit vielen Süsswassermuscheln und Abdrücken von Pflanzen, unter welchen sich besonders Palmblätter auszeichnen, die denjenigen der Zwergpalmen (*Chamaerops*) ähnlich sehen. Ueber diesen Schichten liegt nun die eigentliche Meeresmollasse, deren Mächtigkeit oft ungeheuer ist, und wo man an manchen Orten, wie z. B. in der Umgegend von Bern, Massen von mehren hundert Metern Mächtigkeit kennt, die nicht einmal schichtenartige Absonderungsflächen zeigen, sondern überall denselben harten, grünlich grauen, feinkörnigen Sandstein darbieten, der, je nachdem sein Bindemittel mehr thonig oder kalkig ist, auch der

Verwitterung mehr oder minder ausgesetzt erscheint. Die oberen Lager dieses Sandsteines werden an manchen Orten, wie z. B. am Belpberge bei Bern, bei St. Gallen, äusserst versteinerungsreich und haben dann den Namen Muschelsandstein erhalten. Ueber der Meeresmollasse liegt dann wieder eine Reihe Schichten, die aus dem süssen Wasser sich absetzten und die besonders aus Letten, Nagelflue, Kohlenletten, weichen Sandsteinen und Kalken bestehen und die obere, nur an einzelnen Stellen abgelagerte Süsswassermollasse bilden.

In den oberen Lagern wird die Mollasse oft durch eine eigenthümliche Felsart ersetzt, die Nagelflue oder Gompholith. Doch wäre es irrig zu glauben, dass die Nagelflue eine bestimmte Stellung zwischen den Mollasseschichten einnähme. Sie kommt ebensowohl in der Süsswasser- wie in der Meeresmollase als besondere Gesteinsmodification vor. Sie wird gebildet aus mächtigen, oft zu mehren tausend Fuss anwachsenden Schichten sehr variabler Conglomerate von Erbsengrösse bis zu den grössten Blöcken, die abgerundet sind und alle Charaktere echter Rollsteine an sich tragen. Diese Nagelfluen sind meist durch ein kalkiges Bindemittel oder auch durch Mollasse zu sehr festen Puddingen zusammengebacken, oft so fest, dass sie zu Mühlsteinen benutzt werden können. Eine merkwürdige Erscheinung, die man bis jetzt nur in den Rollsteinen, welche die Nagelflue zusammensetzen, und auch hier hauptsächlich nur an den Kalksteinen kennt, die in grosser Menge vorkommen, ist folgende. Die meisten dieser Kalkgeschiebe, wenn nicht gar alle, haben Eindrücke, die oft so tief sind, dass bei kleineren Stücken die Höhlungen beider Seiten kaum durch eine dünne Zwischenwand getrennt scheinen. In eine jede solche Vertiefung passt das entsprechende Stück eines daneben liegenden Geschiebes, so dass man offenbar den Abdruck dieses Rollstückes darin erkennt. Welche die Ursache dieser Eindrücke sei, ist noch nicht ermittelt; so viel ist sicher, dass dieselben sehr häufig sind, keiner starken Drehung zugeschrieben werden können, da die Eindrücke genau auf den Stempel passen und nicht kreisrund sind, und endlich, dass dieselben wohl schwerlich einer verschiedenen Härte zugeschrieben werden dürfen, da fast alle Rollsteine dieser Conglomerate aus demselben Kalke bestehen, und dennoch zuweilen dasselbe Stück, welches in einigen seiner Nachbarn Eindrücke bewirkt hat, an anderen Stellen wieder Eindrücke erhalten hat. Alle bis jetzt beobachteten Erscheinungen deuten darauf hin, dass diese Eindrücke erst nach der Ablagerung der Rollsteine, welche die Nagelflue bilden, bewirkt worden sind. Auf welche Weise dies geschah, ist freilich noch nicht erforscht. Doch scheint der Umstand, dass die Eindrücke nicht in horizontalen, sondern nur in gehobenen und gesenkten Schichten sich zeigen, darauf hinzudeuten, dass der durch die Lagenveränderungen der Schichten erzeugte Druck sie bewirkte. Die Nagelfluebänke wechseln meist mit röthlichen Thonen und Mergeln ab, in

welchen man dieselben Muscheln und dieselben Säugethierzähne findet, wie in der eigentlichen Mollasse, so dass über das Zusammengehören dieser Bildungen kein Zweifel sein kann. Man unterscheidet hinsichtlich der Zusammensetzung hauptsächlich: die bunte Nagelflue, welche wesentlich aus rothen Porphyren und Graniten, grünen Graniten, Serpentinen, Hornblendegesteinen und sehr wenigen Kalkgeröllen bestehen, die theils von dem Jura, theils von den Alpen zu stammen scheinen. Höchst merkwürdig ist es, dass die rothen Granite und Porphyre, welche die Hauptmasse ausmachen, in dem Alpengebiete gar nicht mehr gefunden werden und weit mehr Aehnlichkeit mit den Gesteinen des Schwarzwaldes zeigen. Es ist wahrscheinlich, dass sie aus der Zerstörung einer gewaltigen Porphyr- und Granitmauer herrühren, die sich an dem Nordrande der Alpen hinzog. In der Nähe der Kalkalpen sowie in grösserer Nähe des Jura sind dann ferner noch Nagelfluen ausgebildet, die entweder aus alpinischen oder jurassischen Geröllen zusammengesetzt sind, und die man als Kalknagelflue bezeichnet hat.

§. 746. **Im Jura.** Das Innere der Jurathäler ist bis in eine gewisse Höhe ebenfalls von Mollasse ausgefüllt, die aber meist nur in Form grünen Sandes oder Sandsteines, höchst selten als Conglomerat sich darstellt. Man hat an vielen Stellen in dieser Mollasse Süsswasserbildungen, besonders Süsswasserkalk, bemerkt, der meist in den obersten Lagen vorkommt und deshalb für eine jüngere Bildung gehalten wurde, obgleich seine ganze Ablagerung und jeweilige Einmischung zwischen die Mollasseschichten zeigen, dass er durchaus gleichzeitig mit dieser entstanden ist. Im Allgemeinen kann man indessen dennoch in den inneren Jurathälern eine untere Meeresmollasse unterscheiden, die nach oben hin allmälig durch Brackwasserbildungen in reine Süsswasserschichten übergehen; eine sehr häufige Erscheinung sind Pholaden in der unteren Meeresschicht, welche den Jurakalkstein oft wie Bienenwaben durchlöchert haben.

Einzelne Jurathäler können wahrhaft als besondere Tertiärbecken unterschieden werden, deren Ablagerungen sich, ähnlich wie die des Pariser Beckens, durch die ganze Tertiärzeit fortsetzten. So hat man im Delsberger Thale des bernischen Jura von unten nach oben folgende Schichten unterschieden. An dem Grunde, unmittelbar auf dem Jurakalke gelbe und rothe Thone und Mergel mit eingeschlossenen Lagern körnigen Eisenerzes, das ausgebeutet wird (*Terrain sidérolitique*), Süsswasserkalke mit Krokodilzähnen, Conglomerate von jurassischen Kalksteinen, die alle dem Gyps von Montmartre gleichgestellt werden. Darüber eine Meeresbildung, Mergel mit Austern und über diesen untere Süsswassermollasse, Mergel mit Blätterabdrücken, die den Kalken von Weissenau und der Mollasse von Lausanne entsprechen. Darüber Muschelsandstein mit Haifischzähnen, dicken Austern der Mee-

resmollasse und dann Rollsteine, meist den Vogesen entstammend, mit Nashorn- und Dinotherinmzähnen, den Knochensanden von Eppelsheim im Mainzer Becken entsprechend. Endlich folgen hierauf Süsswasserkalke, die durch ihre Flora und Fauna der später zn erwähnenden Süsswassermollasse von Oeningen entsprechen, so dass also von dem Beginne des Pariser Stockwerks an unnnterbrochen theils Süsswasser- theils Meeresablagerungen abwechselnd das Becken erfüllten.

Anticlinale Axe. Eine Linie, welche man von Lausanne aus über Plafeyen an Thun vorbei dnrch das Entlibnch nach Lnzern, und von dort über den Egerisee nach Trogen im Canton Appenzell zöge, würde für die Schichten der Mollasse in der Schweiz eine anticlinale Axe bilden, von welcher aus die Schichten nach beiden Seiten gegen Norden und Süden hin abfallen. Man sollte erwarten, dass in der Nähe der Alpen die Schichten so aufgerichtet wären, dass die Erhebung nach dem Inneren der Alpenkette schaute nnd die Schichtenköpfe dem Centralkerne der Alpen zugewandt wären. Es findet aber gerade das Gegentheil statt. Alle die gewaltigen Mollasse- und Nagelflueerhebnngen, von welchen der Rigi eines der bekanntesten Beispiele bietet, zeigen die steilen Wände ihrer zerrissenen Schichten gegen die Ebene hin, und ihre Schichten fallen so gegen die Alpen hin ein, als schössen sie unter die Kalklager, welche diese nmgeben nnd die offenbar znr Kreide- und Juragruppe gehören. Diese exceptionellen Lagerungsverhältnisse müssten demnach der Mollasse nothwendig ein grösseres Alter als die Juraschichten anweisen; — sie erscheinen aber erklärlich durch die Annahme einer gewaltigen Spalte, welche längs der Alpen hinläuft und in welche die Mollasseschichten sich hinabsenkten, als die Alpen sich erhoben. §. 747.

Obere Süsswassermollasse. Oeningen. Hohe Rhone. Die oberen Süsswasserschichten, welche anch in der Schweiz meist horizontal liegen, enthalten eine grosse Anzahl von Süsswasserversteinernngen und häufig Lager von Braunkohlen, die besonders bei Käpfnach ausgebeutet werden. Ueberreste von Säugethieren und zwar namentlich von *Lophiodon*, *Dinotherium*, Flnsspferden, Nashörnern und Elephanten, finden sich häufig in diesen oberen Schichten vor, die an einigen Orten ganz ausgezeichnet entwickelt sind. Diese oberen Schichten bilden einzelne Becken, von welchen dasjenige von Oeningen in der Nähe des Bodensees bei dem Dorfe Wangen durch seine Versteinernngen besonders bekannt ist. Die unterste, jetzt aufgeschlossene Schicht des Beckens besteht aus indigoblauem, knrzem Mergel, über welchem anderthalb Fnss röthlicher Sandstein lagert, der mit unzähligen Lymnäen erfüllt ist. Darüber kommt schieferiger Kalkstein in zolldicken Lagern vor, der besonders Säugethiere, Schildkröten, Fische und Süsswassermuscheln enthält. Nach oben folgt jetzt weiter eine Schicht mit *Helix*, *Planorbis* nnd grossen, §. 748.

wohlerhaltenen Schildkröten in bedeutender Menge, und hierauf ein von den Arbeitern Krottenschüsseli-Schicht genanntes Lager von Süsswassermuscheln, deren Steinkerne meist nur übrig sind. Darüber eine Schicht, etwa einen Zoll dick, von leicht spaltbaren Kalkschiefern, die eine grosse Menge von Fischabdrücken enthalten. Sie wird die Aalschicht genannt. Dann mehre Schichten mit vielen vegetabilischen Resten, Blättern, Blüthen und Gräsern, ihrer Aehnlichkeit mit gedruckter Indienne wegen Kattunschichten benannt. Nach oben finden sich in diesen Schichten besonders Hölzer, und über den Dendriten zwei dünne Lager mit vielen gut erhaltenen Fischen. Auf den Fischen ruhen starke Lager, bis $2^1/_2$ Fuss mächtig im Ganzen, von compactem, schieferigem Kalksteine, in welchem einzig jene bekannten Skelette von Riesensalamandern sich finden, die Scheuchzer für versteinerte Menschenknochen ansprach. Darauf erdige, bröcklige Schichten mit undeutlichen Pflanzen- und Insectenabdrücken, die aber nach oben von einer nur drei Linien dicken Schicht begrenzt werden, die sehr wohl erhaltene Insectenreste enthält. Dann ein sehr schöner, fein spaltbarer Kalkschiefer mit Fischabdrücken, und über diesem fünf Fuss sogenannten Mollensteines, der fest, compact, gelblich grau und ziemlich thonig ist. Auf diesem Mollensteine liegt blaulicher Mergel, über welchem unmittelbar die Dammerde sich hinzieht.

Die in den Oeninger Stinkkalken begrabene Fauna und Flora zeigt sich bei flüchtigem Ueberblick im Allgemeinen mit derjenigen, die jetzt in der Umgegend herrscht, übereinstimmend, obgleich alle Arten specifisch verschieden sind; — indess zeigen sich doch manche bemerkenswerthe Unterschiede. So fehlt unter den Fischen die Familie der Forellen und Lachse durchaus, während fast dieselbe Zahl von Grundeln, Bärschen, Hechten, Karpfen und Weissfischen in den Oeninger Kalken gefunden werden, wie jetzt in dem benachbarten Bodensee. Unter den Reptilien zeichnet sich ein riesiger Salamander aus, dessen Analogon bis jetzt nur in Japan gefunden, und dessen Skelett früher für ein menschliches Skelett gehalten wurde; unter den Säugethieren hat sich namentlich ein fast vollständiges Skelett einer Hundeart gefunden, die dem Fuchse sehr nahe zu stehen scheint. — Ein ähnliches, wenn auch kleineres Lager mit vielen Pflanzenabdrücken findet sich bei Schrotzburg in der Nähe von Oeningen.

An der hohen Rhone im Canton Zürich hat man einen bläulich grauen Mergel gefunden, der die tertiären Steinkohlen dieses Hügels deckt und grösstentheils dieselben Pflanzenabdrücke enthält, welche auch in Oeningen vorkommen, obgleich der Schichtenlage zufolge man diese Kohlen mit ihren Mergeln zu der unteren Süsswassermollasse zählen muss.

§. 749. **Wiener Becken. Tegel. Leithakalk. Löss.** An ihrem öst-

lichen Ende hängt die Mollasse mit dem Becken von Wien zusammen, welches auf der andern Seite nördlich und westlich sich an die böhmischen, galizischen und ungarischen Tertiärgebilde anschliesst. Man hat hier drei Hauptstockwerke unterschieden; das untere aus Geröll, Sand, Mergeln und Sandkalken bestehend, zwischen denen an einzelnen Orten zum Theil sehr mächtige Braunkohlenflötze abgelagert sind. Das zweite Hauptstockwerk wird von dem Tegel gebildet, einem petrefactenreichen, blauen, plastischen Thone, der in seinen oberen Schichten schieferig wird, in seinen unteren dagegen hauptsächlich aus Thon und zwischengelagerten gelben wasserführenden Quarzsandschichten zusammengesetzt ist. Ueber dem Tegel liegt dann ein ausserordentlich versteinerungsreicher mariner Quarzsand, meist von hellgrauer Farbe, der mit Sandstein, Cerithienkalk und Braunkohle an einzelnen Orten wechsellagert und nach oben zuweilen in Brackwasserschichten übergeht. Ueber diesem sandigen Stockwerke lagert eine etwa 350 Fuss mächtige Kalkformation, deren aufgerichtete Schichten zu beiden Seiten die Gehänge des Leithagebirges bilden und deshalb mit dem Namen Leithakalk bezeichnet werden. Die unteren Lager dieses Leithakalkes enthalten zuweilen Braunkohlen und sind meist Kalkconglomerate und Breccien, oder auch mollasseartige Sandsteine mit kalkigem Kitt, während die oberen Schichten einen compacten Korallenkalk mit vielen Meeresversteinerungen und einigen Säugethierknochen darstellen, welche besonders dem Dinotherium und anderen Thieren der mittleren Tertiärperiode angehören. An einzelnen Stellen findet sich der Leithakalk überdeckt mit 100 bis 140 Fuss mächtigen Bänken eines harten, blasigen, lichten Kalksteines, der viele Süsswassermuscheln enthält. Meist indess ist der Leithakalk unmittelbar überdeckt mit Sand- und Kiesschichten, die untergeordnete concretionirte oder oolithische Kalksteine enthalten, und Mastodon-, Dinotherium-, Anthrakotherium-Reste u. s. w. eingeschlossen haben. Als oberste Schicht endlich findet sich ein feiner sandiger Lehm, der Löss, mit Landschnecken und Elephantenknochen; seine Dicke beträgt etwa 60 Fuss.

Karpathen. Wieliczka. Die zu beiden Seiten des Karpathengebirges hinstreifenden Tertiärgebilde sind wegen der ungeheuren Entwickelung von Salz besonders wichtig. Das Karpathengebirge selbst besteht in seiner Grundlage zum grössten Theil aus Sandsteinen, die ihren Versteinerungen zufolge theils dem Jura, theils der Kreide angehören, wenn sie gleich mineralogisch nicht genau geschieden werden können. Auf diesen liegen ungeheure Massen von Nummulitenkalk und Fucoidensandsteinen oder Flysch, die den in der Schweiz vorkommenden Gebilden vollkommen ähnlich und wie diese mannigfaltig aufgerichtet und überstürzt sind. An dem Fusse des Gebirges nun und in Buchten und Einschnitten dieser dem Eocen angehörenden älteren Tertiärgebilde §. 750.

liegen die wohl der Mollasse und den oberen Schichten des Wiener Beckens gleichzustellenden mittleren Tertiärgebilde an, deren Salz sich in drei parallelen Linien zeigt, von denen die nördlichste in Oberschlesien und bei Lublin, die mittlere bei Wieliczka und Bochina, die südlichste bei Eperies und Karlsburg entwickelt ist. Das Becken von Wieliczka ist am genauesten untersucht. Die Masse dieses Beckens wird hauptsächlich von grauem Salzthone gebildet, der auch wohl in Mergel übergeht und in den untersten Abtheilungen auch Gerölle und Bruchstücke des Flysches enthält, auf welchem dieser Thon unmittelbar aufzuruhen scheint. Dieser Thon ist wohlgeschichtet, enthält viele Versteinerungen, die denjenigen des Wiener Beckens entsprechen, und wechsellagert mit Gyps, Anhydrit und Salz, das entweder in grossen cubischen Klumpen oder in langgezogenen Massen abgelagert ist und von den Bergleuten je nach seiner Reinheit in mehrere verschiedene Arten getrennt wird. Auch das Salz selbst enthält Versteinerungen, worunter besonders Rhizopoden, kleine Krebschen und einige Muscheln zu erwähnen sind, und in den Thonen kommen ausser den Muscheln und Cytherinen, die dort sehr häufig sind, auch Braunkohlen, besonders von Nussbäumen gebildet, vor. Die ganze Salzformation schliesst nach oben mit rothen Mergeln und schwarzem, gypshaltigem Thone, über welchem dann loser Sand mit vielen tertiären Versteinerungen und dann Löss folgt, der die gewöhnlichen Schnecken und Zähne von Elephanten und Nashörnern enthält, also offenbar der quaternären Periode angehört.

Mainzer Becken.

§. 751. **Erstreckung. Zusammensetzung.** Dieses Becken findet sich längs der Ufer des Rheins im Süden von Bingen und erfüllt nicht nur den ganzen Winkel zwischen Rhein und Nahe bis weit in die Pfalz hinein, wo es sich überall an die Vogesen anlehnt, sondern erstreckt sich auch auf dem rechten Rheinufer längs des Mains bis gegen Aschaffenburg, und dann dem Lauf der Wetter entlang in den Winkel zwischen Vogelsberg und Taunus bis in die Nähe von Giessen. Die Ufer des Rheins von Oppenheim bis Bingen, so wie Linien von dort nach Kreuznach, Grünstadt und von da nach Oppenheim umschliessen etwa den grössten, zusammenhängenden Theil des Beckens, das in seiner übrigen Erstreckung nur fleckenweise zu Tage tritt, sonst aber von den mächtigen Schuttmassen des Rhein- und Mainthales überdeckt ist. Einzelne solcher Flecken zeigen sich namentlich bei Hochheim, Frankfurt, Offenbach, während die unterirdische Erstreckung durch die mächtigen Braunkohlenlager der Wetterau nachgewiesen wird. Als unterste Schicht kennt man in dem Becken, das überall unmittelbar auf dem bunten Sandsteine, dem Basalte, dem rheinischen Schiefergebirge und der Kohlenformation der Pfalz aufliegt, einen blauen plastischen Thon,

der, seinen leitenden Muscheln *Natica sigaretina*, *Crassatella sulcata*, *Ancillaria buccinoides*, *Arca diluviana* und *Fusus polygonus* nach, eine Meeresbildung und nur an sehr wenigen Stellen im Salzathale aufgeschlossen ist, den man aber auch an anderen Stellen des Beckens durch Brunnen erreicht hat.

Ueber diesem unteren Meeresthone liegt ein mehr oder minder feinkörniger Meersand, der zuweilen fester wird und mit Bänken von Geröllen, Conglomeraten und Sandsteinen abwechselt, die nur ein Zerstörungsproduct der benachbarten massigen Gesteine zu sein scheinen, da sich in ihnen eine Menge Fragmente und Körner von Porphyr, Quarz und Melaphyr finden, welche Felsarten alle den benachbarten Schichten des pfälzischen Kohlenbeckens angehören, in dessen Umkreise besonders diese Sandschichten vorkommen. Ausser Cerithien und vielen anderen Meermuscheln finden sich in diesem Sande hauptsächlich Haifischzähne, Austern (*Ostrea callifera*), viele Polythalamien und Reste eines wallfischartigen Thieres, der *Halianassa Studeri* und *Collini*, die auch in der Mollasse der Schweiz vorkommt.

Auf diesem Sande liegt der sogenannte Septarienthon, blauer Letten und Mergel, der zuweilen kleine Nester einer älteren Braunkohle einschliesst, die reich an Schwefelkiesen ist und an einzelnen Stellen ausgebeutet wird. Die Versteinerungen, worunter besonders *Cerithium margaritaceum*, *Cerithium plicatum*, *Buccinum cassidaria*, *Fusus polygonus*, *Cyrena subarata*, *Pectunculus crassus*, *pulvinatus*, häufig vorkommen, zeigen offenbar auf meerischen Ursprung dieses Lettens hin, während die einzelnen Braunkohlen beweisen, dass hier und da sumpfige Wälder an den Küsten existirten, welche durch Oscillationen des Bodens wieder versenkt wurden. Als obere Abtheilung dieser Schichtengruppe hat man unter dem Namen des Cyrenenmergels eine Brackwasserbildung unterschieden, in welcher besonders *Cyrena subarata* nebst Pflanzenresten und Süsswassermuscheln vorkommt.

Nach oben gehen diese Mergel in compacte Kalksteine von gelber oder röthlicher Farbe mit leichtwelligem oder schaligem Bruche über, die zuweilen mit Kalktuffen, Oolithen und Sandschichten wechseln und in welchen hauptsächlich die Cerithien vorherrschen, so dass man diese Kalke mit dem Namen der Cerithienkalke belegt hat. Einlagerungen von Süsswasserkalken, die sich namentlich bei Hochheim und Ilbesheim zeigen, mit Mergellagern abwechseln und viele Arten von *Helix*, *Planorbis*, *Limneus*, *Succinea*, *Pupa* und *Paludina* zeigen, beweisen evident, dass hier und da Einmündungen süssen Wassers in dieses Becken statthatten.

Auf den Cerithienkalken liegt die ausgedehnteste und mächtigste Kalkschicht des Mainzer Beckens; zersprungene und zerklüftete Massen von rohem conglomerirten Ansehen, die meist nur verworrene Schichtung zeigen und nach oben in kreideartige Schichten mit rothem

und grünem Letten, Mergel, Thon, Faserkalk und Bohnerz übergehen. Man hat diese Kalke, die besonders bei Weissenau in der Nähe von Mainz viele Reste von Säugethieren, Fröschen, Salamandern, Schildkröten, Schlangen und Vögeln geliefert haben, der vorherrschenden Lagunenschnecken wegen Littorinellenkalke genannt.

Auf der höchsten Abtheilung dieser Kalke liegt in der Wetterau die Braunkohlenformation mit bedeutenden Lagern von Braunkohlen, die oft 40 Meter mächtig werden, zuweilen von Basalt durchbrochen und überlagert sind und eine Flora nachweisen, welche dem südlichen Theile der nordamerikanischen Freistaaten entspricht. Ueber und unter diesen Braunkohlen liegt fast immer Thon oder Letten, der bald weiss, bald buntgefärbt, bald durch eingeschlossene Kohlentheile schwarz oder grau erscheint, mit Sandschichten abwechselt und viele Blätterabdrücke und Früchte enthält, zu welchen sich noch als verbreitete Versteinerung die *Cyrena Faujasii* gesellt. Es ist dieser Thon offenbar aus zersetztem Basalte hervorgegangen und an einigen Stellen, wie namentlich bei Münzenberg, durch eingesickerte Kieselerde, die von späteren basaltischen Durchbrüchen herrührt, verhärtet. Auf diesen Thon folgt bald weisser, bald aber gelber Sand mit vielen Blätterabdrücken, der sogenannte Blättersandstein, der oft durch Eisenoxydhydrat zu festen Sandsteinplatten verkittet ist, und nach oben in feinkörnige Sandsteine, Conglomerate und wüste Kieselmassen übergeht, die nur selten Versteinerungen enthalten, aber vielfach in Klüften Ablagerungen von Schwerspath, Kiesel und Brauneisenstein zeigen. Ueber diesen Sandsteinen folgt dann der Lehm und Letten mit Elephanten- und Nashornzähnen, der dem Löss des Rheinthales entspricht.

In dem Rheinthale selbst finden sich über den Littorinellenkalken kleine Fetzen sandiger Ablagerungen, deren Korn von oben nach unten an Feinheit abnimmt, und deren unterste, unmittelbar auf dem Meereskalke liegende Schicht von einem kurzen , bläulichen Töpferthone mit Süsswassermuscheln gebildet wird. Auf diesem Thone liegen nun mächtige Gerölle, oft durch einen kalkigen Kitt zu Conglomeraten vereinigt, oft lose, mit einer grossen Anzahl von Ueberresten fossiler Säugethiere, deren vereinzelte, zerbrochene Knochen und Zähne offenbar so liegen, wie sie ein mächtiger Strom aus der Ferne her angeschwemmt und abgesetzt haben würde. Die Reste, welche in diesem oberen Knochensande gefunden werden, gehören hauptsächlich dem *Dinotherium*, *Rhinoceros*, *Mastodon* etc. an. Sie unterscheiden sich nur insofern von den unterliegenden Kalken, als in ihnen viele grössere Thiere, wenigstens in einzelnen Bruchstücken, vorkommen, mit dem Löss haben sie auch nicht eine Species gemein. Je weiter nach oben man in die Schichten dieses Knochensandes dringt, der namentlich bei Oppenheim und Eppelsheim in kleinen Mulden abgelagert ist, desto feiner wird das Korn seiner Gerölle, desto seltener aber auch die Reste grösserer Thiere, wäh-

rend sich dann Knochen von Nagern, Insectenfressern und kleinen Raubthieren finden.

Norddeutsche Braunkohle. Ausser den eben angeführten Braunkohlen der Wetterau, die in der engsten Verbindung mit den Littorinellenkalken stehen, zeigen sich vielfache Braunkohlenablagerungen in anderen deutschen Ländern, welche gleichen Alters mit den erwähnten zu sein scheinen. So finden sich einige Flecken zwischen den Vogesen und dem Schwarzwalde an dem Oberrheine, dann bedeutendere Ausbreitungen in Hessen, zwischen dem Westerwalde, dem Vogelsberge und der Rhön, die sich bis gegen den Thüringerwald hinziehen, und von den genannten Gruppen vulcanischer Gebilde, sowie von den einzelnen Basaltkuppen Hessens, dem Meisner z. B., durchbrochen sind. Auch in den Tertiärablagerungen im Norden von Bonn bis gegen Düsseldorf hin finden sich Braunkohlen, nicht minder in Thüringen und Sachsen, und dann eine ungemein weit verbreitete nordische Braunkohlenformation, die sich durch ganz Norddeutschland, besonders Pommern, nach Preussen, Polen, Galizien und Russland erstreckt, und zwei wesentlich getrennte Arme einestheils nach Schlesien, anderntheils nach Böhmen hinaus sendet. Im ganzen Bereiche dieser Braunkohlenformation finden sich fast stets dieselben Gesteine, oben weisser oder hellgrauer Quarzsand, der oft Körner und Staub von Kohlen enthält und zuweilen zu Sandstein und Quarzit zusammengebacken ist. Zu dieser Schichtengruppe, welche auch untergeordnete Lager von Kieselschalen mikroskopischer Organismen enthält (Berlin), scheinen einestheils die oberflächlichen Meereskalke mit vielen Versteinerungen bei Osnabrück und Kassel, anderntheils die sogenannten Sternberger Kuchen in Mecklenburg zu gehören. Darüber ferner Thone und Letten, weiss, aschgrau oder schwärzlich, die oft Kohle, Alaun oder Septarien enthalten, und deshalb Septarienthone genannt werden, Brandschiefer, Alaunschiefer, untergeordnete Lager von Süsswasserkalk und dann die Braunkohlenlager selbst, die bald mehr, bald minder den Steinkohlen sich annähern, was gewöhnlich durch die Basaltdurchbrüche bedingt ist. Ebenso scheinen die Brandgesteine und Schlacken, die man öfters findet, aus der Umsetzung der Braunkohlengesteine durch die vom Basalt bewirkte Erhitzung und Verbrennung entstanden zu sein. Die Braunkohlenflötze sind meistens einfach, selten findet man mehrere Flötze über einander, die durch Zwischenlagen von Letten geschieden sind. In ungestörter horizontaler Lagerung findet man sie nirgends, sogar nicht in dem Flachlande der Mark Brandenburg; sie bilden dort eine Menge von Satteln und Mulden, die von Ost-Süd-Ost nach West-Süd-West streichen, vielfach durch Verwerfungen zersetzt werden, was auf Faltungen durch Seitendruck deuten dürfte. Gewöhnlich sind die begleitenden Gesteine dieser Braunkohlenformation entschiedenen Süsswasser- §. 752.

ursprungs; doch finden sich theils unter, theils über den Braunkohlen marine Septarienthone und Sandschichten, in welchen Versteinerungen vorkommen, die dem Alter des Mainzer Beckens entsprechen. Die Hölzer, welche die Braunkohlen bilden, gehören meistens Nadelhölzern an, besonders oft Cypressen, und diese wie die übrigen Pflanzen deuten auf ein Klima, welches etwa demjenigen der Mündungen des Mississippi entsprechen würde.

§. 753. **Italien. Subapenninenformation.** Während der Südabhang der Alpen gegen die lombardische Ebene nur hier und da von Nummulitenbildungen bekleidet wird, an welche sich unmittelbar die Geröllbildungen der Ebene anlehnen, zeigt sich im Gegentheil an dem Nordabhange des Apennins eine lange Zone mittel- und neutertiärer Bildung, die sich von Turin nach Ancona in fast gerader Linie verfolgen lässt, und von dort an bis zum Monte Gargano das Ufer des adriatischen Meeres bildet. In der Nähe von Turin zeigt sich der letzte Ausläufer dieser Tertiärbildung auf dem Hügel der Superga in dem Bogen, welchen der Po zwischen Turin und Alessandria macht. Als Basis der Superga erscheinen die Nummulitenkalke, namentlich bei Gassino, und auf ihnen liegen ziemlich verworfene Schichten von dünnen, blätterigen Mergeln, kalkigen Sandbänken mit Puddingen, Nagelflue ähnlichen Massen, welche ungemein reiche Lagerstätten von Fossilien bieten. Ueber diesen Schichten, die offenbar der schweizerischen Mollasse entsprechen, liegen blaue Mergel und lose Sandschichten, die zu der Subapenninenformation gehören, welche sich nun von hieraus in der angegebenen Erstreckung längs des Apennins über den Mollassen-Nagelfluen dieses Gebirges fast überall nachweisen lässt.

Die untersten Schichten dieser Formation bestehen aus blauen oder grauen Mergeln, mit einer ungeheuren Menge von Seemuscheln, welche im Durchschnitte eine grosse Aehnlichkeit mit vielen jetzigen Muscheln bieten. Ueber diesen Mergeln liegen lose, gelbliche Sandschichten, welche dieselben Fossilien in grosser Quantität enthalten. Hier und da finden sich Süsswasserbildungen, welche, wie es scheint, den mergeligen und sandigen Meeresbildungen aufgelagert sind. Zu diesen Süsswasserbildungen gehören namentlich diejenigen im Thale des Arno bei Florenz, wo auf den blauen Thonen, die untergeordnete Torflager enthalten, glimmerhaltige, gelbe, bald mehr oder minder feine Sandschichten ruhen, die zuweilen eisenschüssig sind und viele Süsswassermuscheln und Knochen enthalten. Ueber diesen Sandschichten erst kommen mächtige Lager von geschichteten Geröllen, in welchen mehrere Schichten von Säugethierknochen, namentlich Nashörnern, Elephanten, Flusspferden u. s. w. vorkommen, die oft vortrefflich erhalten sind und schon seit langer Zeit ausgebeutet werden. Diese Knochenlager zeigen durchaus dieselben ver-

worrenen Schichtungsverhältnisse, wie die Gerölle, und sind offenbar in derselben Weise wie diese abgesetzt worden.

Ablagerungen, welche an Alter der Subapenninenformation in Italien entsprechen dürften, hat man in Sicilien, Griechenland und Südrussland über weite Strecken verbreitet gefunden. Mergel, Sand und weiche Kalke bilden die wesentlichsten Elemente dieser Schichten. Nicht minder bekannt sind durch die Menge von Säugethierresten, welche sich in ihnen gefunden haben, die mit Knochen meist grosser Thiere überfüllten Lehme und Thone am Fusse des Pentelicon in Griechenland, welche bei Pikermi neuerdings in grossem Maassstabe von Gaudry ausgebeutet wurden, die nebst den Säugethierschichten von Nebraska in Nordamerika zu dem Miocen gehören dürften, die jüngeren Tertiärablagerungen Südamerikas, in den Ebenen der Pampas und in Brasilien, sowie diejenigen von Neuholland und Neuseeland; ferner die Ablagerungen der Sivalikhügel in der Vorstufe des Himalaja und eine Menge von kleineren Flecken in allen Ländern, in welchen man Knochen von Elephanten, Flnsspferden n. s. w. gefunden hat. §. 754.

Allgemeines. Wie schon oben bemerkt, ist die Classification nnd Parallelisirung der einzelnen, in den verschiedenen Becken beobachteten Schichten, Schichtengruppen und Stockwerke ausserordentlich schwierig und in vielen Fällen kaum mit Sicherheit möglich. Das Studium der einzelnen Becken lehrt schon an nnd für sich, dass während des Absatzes dieser Schichten häufige Wechsel des Niveaus eintraten, wodurch in derselben Gegend bald Meeres-, bald Süsswasser- oder Brakwasser-Ablagerungen hergestellt wurden, welcher Wechsel dann auch nothwendig eine totale oder theilweise Veränderung der Fauna und Flora mit sich ziehen musste. Dnrch diese Niveauschwankungen, die meistens nur langsam sich einstellten, oft aber durch die erwähnte Aenderung in Fauna und Flora den Eindruck der Plötzlichkeit machen, wurden die Küstenlinien der Meeresbuchten und der Deltas, die Kampfgebiete zwischen Meer, Süsswasser und Land, beständig geändert und ausserdem häufig Verbindungen zwischen vorher getrennten Becken oder Trennungen zwischen vorher verbundenen hergestellt, welche ebenfalls die bedeutendsten Folgen nach sich zogen. Man stelle sich vor, dass heute die Landenge von Suez so weit nntergesenkt werde, dass Wanderungen der Arten aus dem Mittelmeere in das rothe Meer und umgekehrt stattfinden könnten, während jetzt diese Becken physisch wie ihren Bewohnern nach gänzlich getrennt sind, und man wird zugestehen müssen, dass eine solche Veränderung, wie sie in den Tertiärbecken sehr gewöhnlich ist, in geologischer Hinsicht kaum anders als das Resultat einer verschiedenen Epoche anfgefasst werden müsste. §. 755.

Hierzu kommen noch andere Schwierigkeiten, die aus den abwei-

§. 756. Vergleichende Uebe

Beyrich.		Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Neocän.	Pliocän.	Pliocene.	Older Pliocene.	Obere Tertiärschichten.	Asti-Stufe Astésien.	Red crag (Norfolk). *Fusus contrarius. Purpura tetragona. Cypraea europaea. Nassa granulata. Carcharodon. Myliobates. Balaena emarginata. Mastodon arvernensis.* Weisser Coralline-crag (Norfolk) und Suffolk). *Fascicularia aurantium. Astarte bipartita. Voluta Lamberti. Pyrula reticulata. Temnechinus excavatus. Lingula Dumortieri. Buccinum prismaticum.*	Crag von Calloo, Doll, Eeckeren bei Antwerpen? Blaue Mergel bei Casentan (Manche). *Buccinum limatum.* Crag von Antwerpen. *Palaeophoca Nystii. Delphinus Waisensis, Lannoyi. Plesiocetus Huphsii, Burtini. Hoplocetus crassidens. Diplodon Becani. Choneziphius planirostris. Squalodon Antwerpensis. Lingula Dumortieri.*
	Miocän.	Miocene.	Upper M.		Tortona-Stufe Tortonien.		Blaue Mergel von Giffel und Becken in Belgien.

sicht der Tertiärbildungen.

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Gelbe Sande bei Perpignan.	Gelbe Sande der Subapenninenformation.		
Blaue Mergel bei Bayonne, Millas, Fréjus, Nizza.	Blaue Mergel der Snbapenninenformation.		Blättersandstein von Laubenheim, Bodenheim, Wiesbaden?
Süsswasserkalke nnd Gypse von Aix, Marseille etc.	Blaue Mergel von Tortona, der Superga, bei Modena, Pisa und im Val d'Arno.	Obere Süsswassermollasse von Oeningen. Süsswasserkalke von Locle. Sande mit Dinotherium gigantenm. *Mastodon angustidens. Rhinoceros leptorhinus, Goldfussi, incisivus. Helix insignis, deflexa, gyrorbis, rubeilens. Clausilia antiqua. Melania Escheri. Melanopsis praerosa. Testacella Zellii. Lagomys Meyeri. Microtherium Renggeri. Hyotherium Meisneri, Sömmeringi. Cervus lunatus. Palaeomeryx eminens, medius, Scheuchzeri. Chalicomys Jägeri, minutus. Amphicyon intermedius. Galecynus palustris. Andrias Scheuchzeri. Latonia Seyfridi. Perca lepidota. Tinca furcata. Esox lepidotus. Unio splendens. Lebias cephalotes. Chara Escheri. Quercus elaena, lignitum. Daphnogene polymorpha. Rhamnus oeningensis.*	Knochensande von Eppelsheim, Heppenheim etc. mit Dinotherium giganteum. Blane Mergel von Sylt, dem westlichen Holstein, den Elbmündungen, Hannover und Oldenburg, Bocholt u. Xanten. *Dinotherium giganteum bavaricum. Helix gyrorbis. Neritina Grateloupana. Populus mutabilis. Podogonium Knorrii. Laurus princeps. Cinnamomum polymorphum, Scheuchzeri. Felis aphanista, antediluviana, ogygia, prisca. Cervus icranoceros, nanus. Palaeomeryx minor. Dorcatherium Naui. Mastodon longirostris. Rhinoceros Goldfussi, incisivus, minutus, Schleiermacheri. Sus antediluvianus, antiquus. Anthracotherium magnum. Hippotherium gracile.*
Blaue Mergel von Bolenane und Istres, Meeresschichten von Pngregard bei Aix.			

Beyrich.		Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Neocän.	Miocän.	*Miocene.*	*Upper.*	Obere Tertiärschichten.	Helvetische Stufe. Helvétien.		Grünsande von Diest?

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Knochenmollasse von Narrosse, Dax. Gelbe Sande von Montpellier mit *Ostrea undata*. Meeresmollasse von Tanaron bei Dique.	Grünsande und graue Mergel von Pino, Baldissero bei Turin. Süsswasserschichten von Monte Bemboli (Toscana). — Kalksande von Malta und Sinigaglia mit *Schizaster Scillae* und Haifischzähnen.	ObereMeeresmollasse der Jurathäler, der Schweiz und der deutschen Alpen. Obere Süsswassermollasse bei Zürich, Günzberg, Grimmelfingen bei Ulm. Cerithienschichten von Nussdorf und Wien.	Braunkohlen des Niederrheins und der Wetterau. *Littorinella acuta. Planorbis declivis. Juglans acuminata, laevis, rostrata, ventricosa. Acer tricuspidatum, Langsdorfi. Salix nereifolia, lancifolia. Betula Salzhausensis. Thaxites Langsdorfi. Cinnamomum polymorphum. Glyptostrobus europaeus. Quercus lonchites. Liquidambar europaeus.*
Falnns von Bordeaux. Knochenlager von Sansans. Moëllonkalk von Montpellier und Meeresmollasse von Narbonne mit *Ostrea crassissima*.	Untere Grünsande und Puddinge von Baldissero, Rio della Batteria etc. Basalttuffe von Sortino (Sicilien), Sande mit *Clypeaster altus* in Malta.	Muschel und Mollassensandstein der unteren Meeresmollasse. Bryozoenmergel und Kalke vom Leitha-Massiv. *Mastodon angustidens. Rhinoceros incisivus. Palaeomeryx Scheuchzeri. Halianassa Studeri. Zygobates Studeri. Notidanus primigenius. Carcharodon megalodon, productus. Oxyrhina hastalis, xiphodon. Lamna dubia, cuspidata. Turritella biplicata, triplicata. Natica helicina. Sigaretus haliotoideus. Trochus patulus. Solarium planorbillum. Turbo muricatus. Vermetus intortus. Cancellaria umbilicaris. Conus mediterraneus. Pleurotoma asperulata, pustulata. Fusus burdigalensis. Pyrula spirillus. Ficula clava, condita. Cerithium salmo, scabrum. Buccinum Ascanias, buccatum, prismaticum. Columbella curta. Cassis saburon. Calyptraea chinensis. Fissurella cancellata. Corbula striata. Lutraria elliptica. Mactra inflata. Cytherea multilamella. Artemis lincta. Cardium echinatum, edule, multicostatum. Arca diluvii. Pecten burdigalensis, palmatus. Ostrea caudata.*	

Beyrich.		Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Neocän.	Miocän.	*Miocene.*	*Upper.*	Obere Tertiärschichten.	Mainzer Stufe Mayencien.		**Faluns von Jural bei Dinant, bei Rennes, Nantes, Angers, Tours, Blois, Moulins.** **Faluns von Ranville bei St. Lô.? Sandkalke von Bolderberg.?**

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Gelbe Faluns von Sancats und Cestas bei Bordeanx, St. Paul bei Dax etc.	Kalkmergel mit Pflanzenabdrücken von der Superga. Mergel mit Gyps von Malta.	Faluns von Conrt (Jura); Kalkbreccien in Baselland, Aargau, am Randen, der Alb. Sande von Grand, Ebersdorf etc. bei Wien.	Oberer Littorinellenkalk von Weissenau, Oppenheim etc. *Palaeomeryx medius, minor, pygmaeus, Scheuchzeri. Tapirus helveticus. Rhinoceros incisivus. Hyotherium Meisneri. Microtherium Renggeri. Cypris faba. Pupa quadrigranata. Helix moguntina, sylvestris. Planorbis declivis, pseudammonius. Lymnaeus pachygaster. Littorinella acuta, inflata. Neritina fluviatilis. Cerithium margaritaceum. Cyrena Faujasi. Tichogonia clavata.*
Blaue Mergel von Montpellier mit *Cerithium plicatum, Papes vetula.* Blaue Faluns von Sancats, St. Paul etc. *Natica crassissima.* Untere Schichten mit *Pecten.* Ebenda.	Kalksandsteine und Sande mit *Pericosmus latus* von Malta. Mergeliche Kalksteine mit *Scutella subrotunda* von Malta.	Graue Süsswassermollasse der Schweiz. Meeresmollasse von Moehring und Kaltenbachgraben in Baiern. Sande und Mergel von Meigen, Molt, Dremächen etc.	Unterer Littorinellenkalk mit *Corbicula* von denselben Orten.

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Oberes Oligocän.	Calcaires lacustres supérieurs.	Miocene.	Lower.	Obere Tertiärschichten.	Aquitanische Stufe Aquitanien.		Oberer Süsswasserkalk von Beauce. Oberes Oligocen von Maestricht. *Lagomys. Mastodon angustidens. Anchitherium aurelianense. Sus belsiacus, Lockarti. Hyaemoschus crassus.*
Mittleres							Obere Mühlsteine von Montmorency. *Cerithium Lamarckii. Lymnaeus corneus, cylindricus. Planorbis cornu, Prevostinus. Helix Moroguesi. Cyclostoma elegans. Nymphaea Arethusae. Chara medicaginula.*

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Weisse Mergel und obere Süsswasserkalke bei Saucats. Sand mit kleinen und Mergel mit grossen Austern bei St. Arit. Bänke mit *Mytil.* und *Cyrenen* östlich und *Lucina scopul.* und *Cerith. margarit.* westlich von Carry Süsswasserkalk mit *Lymnaeen* von Aix.	Sandmollasse am Nordfusse des ligurischen Apennin, bei Acqui, Serraralle etc.	Süsswasserkalk von Vermes (Jura), Ehingen, Ulm. Untere Süsswassermollasse der Schweiz. *Cassia Berenices. Caesalpinia ambigua. Rhus stygia. Juglans acuminata, elaeonoides. Rhamnus brevifolius. Acer tricuspidatum, trilobatum. Dembeyopsis crenata. Getonia grandis. Vaccinium acheronticum. Daphnogene polymorpha. Salix angusta. Quercus lignitum. Typha latissima. Pinus hampeana. Equisetum Braunii. Chara inconspicua, Meriani. Sabal raphifolia.*	Sternberger Kuchen. Obere Muschelsande von Cassel, Neuss etc. Süsswasserkalk von Hochheim. Cerithienkalk des Mainzer Beckens. *Helix deflexa. Strophostoma tricarinatum. Cyclostoma bisulcatum. Fusus brevis. Cerithium incrustatum, plicatum, submargaritaceum. Nerita rhenana. Littorina moguntina. Perna Soldani. Mytilus socialis. Leda Dehayesiana. Anthracotherium magnum. Rhinoceros incisivus, Goldfussi. Palaeotherium Schinzii. Microtherium Renggeri. Palaeomeryx medius, minor, Scheuchzeri. Emys Fleischeri, Gaudini, Gessneri. Perca lepidota. Helix Rahti, Ramondi. Planorbis marginatus, prevostinus. Lymnaeus auricularis. Melania Escheri. Clausilia vulgata. Cerithium sulpicianum. Unio flabellatus. Cyclas lacustris.*
Obere Mergelkalke mit *Lymnaeus fabula* von Aix. Süsswasserschichten von Narbonne und Sommières. Untere Knochenmollasse von Saucats. Mergel, weisse und blaue Sande von Brède, Saucats etc.		Rothe Mollasse der Schweiz und der deutschen Alpen.	Cyrenenmergel des Mainzer Beckens. Mergel von Bünde, Westphalen. Untere Muschelsande von Cassel. *Cyrene subarata, semistriata, convexa. Perna Sandbergeri. Cerithium margaritaceum, Lamarki, plicatum. Chenopus tridactylus. Murex conspicuus. Buccinum cassidaria.*

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.	C. Mayer.	England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Mittleres Oligocän.	*Grès et sables supérieurs.*	*Miocene.* *Lower.*	Untere Tertiärschichten.		**Weisse Sande von Ormoy, Sandsteine von Romainville. Septarienthone von Boom, Rupelmonde.**
			Tongrische Stufe Tongrien.	Schichten mit Cythere incrassata von Hordle, Hamstead, Headon-hill, Colwellbay. *Corbula pisum. Cyrene semistriata. Voluta Bathieri.*	Gelbe Sande und Mergel von Etampes, Versailles etc. Sande von Klein-Spauwen bei Tongres. Sandsteine von Fontainebleau. *Rissoa Chastelii.*
Unteres	*Calcaires lacustres moyens.*			Mergel mit Cyrene semistriata von Hordle und Headon-hill. *Cerithium plicatum, elegans, tricinctum. Rissoa Chastelii.*	Grüne Mergel von Montmartre, Süsswasserkalke von Brie. Mergel von Henis, Vieux-Jonc bei Tongres.

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Schichten mit *Cardita Basteroti*, *Cerithium Diaboli*, *Nummuliten*, *Asterien* bei Langou, Léognac, Gaas, Lesperon, Pontons etc.	Oberster Nummulitenkalk von Verona, Castel-Gomberto etc.	Taviglianaz-Sandsteine der Savoyer- und Glarner Alpen.	Septarienthone von Kreuznach, Offenbach, Weinheim etc. von Pommern, Mecklenburg, Hannover etc. *Nucula Deshayesiana, Chastelii. Arca decussata. Kikxii. Astarte Kikxii. Axinus unicarinatus. Conus diversi-formis. Typhis fistulatus. Rostellaria Sowerbyi. Fusus multisulcatus, Koninkii. Pyrula elegans. Pleurotoma subdenticulata, crenata, flexuosa. Cassidaria depressa. Scalaria nodosa. Actaeon elongatus. Natica glaucinoides.*
Blaue Mergel oder gelbe Kalke bei Dax, Lourquem, Tuc-du-Saumon, Terre-nègre bei Bordeaux etc.	Mittlere Nummulitenschichten am Nordabhang des Apennin bei Voltaggio, Acqui etc.	Oberer Nummulitenkalk der Dent-du-Midi, Diablerets etc. Blättermergel und Braunkohlen von Häring, Reil im Winkel, von Pernant und Entrevernes.	Gelbe Sande von Weinhelm, Kleinböckelheim etc., von Stettin, Neustadt, Magdeburg etc., von Samland bei Königsberg. *Pectunculus crassus, angusticostatus. Ostrea callifera. Natica crassatina. Trochus rhenanus. Cerithium margaritaceum, Lamarkii, plicatum. Lamna cuspidata. Carcharias megalodon. Halitherium Schinzii.*
Unterer Asterienkalk und grüne Molasse von Blaye, Bourg, Lisbourne Weisse Kalke und schwarze Mergel bei Gaas.	Braunkohlen von Cadibona. Nummulitenkalke und Sandsteine von Ronca, Montecchio-maggiore, Me. Viale etc.	Mergel und Mergelkalke von Aesch bei Basel, Laufen, Coeuves, Delsberg (Jura).	

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Unteres Oligocän.	*Calcaires lacustres moyens.*	*Miocene.*	*Lower.*	Untere Tertiärschichten.	Ligurische Stufe Ligurien.	Süsswasserschichten von Hordle, Osborne, St. Heleus, Bembridge, Hamstead, Headon-hill, Alum-Bay. Meeresschichten von Brockenhurst, Lindhurst, Roydon. *Melania turritissima. Bulimus ellipticus. Helix occlusa. Paludina orbicularis, pusilla, leata. Lymnaeus longiscatus. Planorbis rotundata, discus. Cyclostoma mumia. Glauconomya convexa. Chara medicaginula, tuberculata. Flabellaria Lamanonis. Palaeoth. magnum, medium, crassum etc. Anoplother. commune. Dichobune cervinum.*	Gyps und Gypsmergel von Montmartre. Schwarze Sande von Lethen, Hasselt, Vliermael bei Tongres. *Lophiodon esselense, medium. Didelphys Cuvieri. Chaeropotamus parisiensis. Dichobune leporinum, marinum. Xiphodon gracile. Anoplotherium commune. Palaeotherium crassum, magnum, medium, minus. Canis parisiensis. Pterodon parisiense. Taxotherium parisiense.*
Oberes Eocän.	*Grès et sables moyens.*	*Eocene.*	*Upper.*		Barton-Stufe Bartonien.	Blaue Sande von Headon-hill. Schichten von Hordwell mit *Cerithium concavum, mutabile. Potamides cinctus. Cytherea incrassata.* Headon: *Planorbis euomphalus. Helix labyrinthica. Neritina concava. Lymnaeus caudatus. Cerithium concavum. Emys. Trionyx. Paleryx. Anoplother. Paloploth. Dichodon.* Thone von Barton und Alum-Bay. *Chama squamosa. Mitra scabra. Voluta ambigua, athleta. Typhis pungens. Terebellum fusiforme, sopita. Cardita sulcata. Crassatella sulcata.*	Schichten von Senlis mit *Cerith. concav.* Weisse Sande von Laeken ohne Versteinerung. Süsswasserkalk von St. Onen. Sande von Anvers (Seine et Oise), Montagny, La Ferté-sons-Jonarre etc. Schichten von Cassel bei Dünkirchen mit *Nummulites variolaria.* Sande von Laeken, Dilleghem, Forêt bei Brüssel.

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Paläotherienschichten von Gargas bei Apt, von Montpellier und den Montagne noire. Kalkbreccien und weisse Kalksteine des Périgord und der Haute Garonne. Flysch der Pyrenäen (Bayonne).	Flysche der Apenninen und Euganeen. Mergelkalke von Monte Bolca.	Bohnerze des Jura und der Alb. Flysch mit *Chondrites Targionii, intricatus. Helminthoidea labyrinthica.* Bohnerze: *Crocodilus Hastingsiae. Python. Palaeotherium magnum, crassum, medium, latum. Lophiodon tapiroides, medium. Anchitherium siderolilicum. Hyopotamus Gresslyi. Hyracotherium sideroliticum. Rhagatherium Valdense. Anoplotherium commune. Xiphodon gracile. Dichobune* 4 *sp. Vespertilio Morloti. Cynodon helveticus. Cainopithecus? lemuroides. Chara halicteres, Greppini.*	Süsswasserkalke von Buchsweiler, Ubstadt, Malsch. Schwarze Sande von Aschersleben, Wolmirsleben, Helmstedt etc. Seesand und Bernsteinschichten von Samland.
Nummulitenschichten von Palarea, Roccasteron etc. bei Nizza, Annot, St. André, Barrême bei Digne. Sandkalke mit *Cytherea Verneuili* und *Operculina ammonea* bei Biarritz. Sandsteine mit *Lophiodon* bei Carcassonne und Issel.		Sandsteine vom Gurnigel und Pilatus. Wiener Nummulitensandstein?	Norddeutsche Braunkohlenformation.
Gelbe Sandkalke mit Kieselknollen bei Biarritz. *Nummulina intermedia. Eupatagus ornatus.*		Braunkohlen und Süsswasserkalke der Ralligstöcke mit *Lymnaeus pyramidalis.* Gemischte Schichten des Pilatus. Reit im Winkel etc.	

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Mittleres Eocän.	*Calcaire grossier.*	*Eocene.*	*Middle.*	Untere Tertiärschichten.	Pariser Stufe Parisien.		**Oberer Grobkalk von Grignon etc. Sande von St. Gilles bei Brüssel.** *Nummulites laevigata. Corbula gallica. Rostellaria fissurella. Ostrea flabellula, vesicularis, gigantea, virgata. Cardium porulosum. Cerithium giganteum. Buccinum stromboides. Pectunculus pulvinatus, terebratularis. Cardita planicosta, pectuncularis. Sigaretus canaliculatus. Carcharias tenuis. Cancer sonthofiensis. Pleurotoma attenuata, bicatena, brevicauda, filosa, clavicularis, granulata, lineolata, undata. Voluta costaria, cythara, latrella, harpa, muricina, spinosa. Turritella umbricataria, Dufrenoyi, multisulcata, sulcata, terebellata. Conus deperditus. Typhis tubifer. Cypraea elegans. Cassis cancellata. Pleurotomaria concava. Fusus Noae, rugosus. Neritina conoidea. Cerithium acutum, cristatum, giganteum, lamellosum, lapidum, nudum, papale, serratum. Melania costellata, lactea, marginata. Crassatella ponderosa, tumida. Lucina concentrica, gigantea, mutabilis, saxorum. Venericardia imbricata. Arca angusta, biangula, scapulina. Cardium hippopaeum, porulosum.* **Milioliten-Grobkalk von Paris etc.** *Pygorhynchus grignonensis. Triloculina communis, oblonga, trigonula. Quinqueloculina saxorum. Miliolites trigonata. Orbitolites complanata, discus. Teredo Tournali. Pecten suborbicularis, subtripartitus. Carcharodon heterodon.*

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Blaue Mergel und Mergelkalke von Biarritz, Bos d'Aros bei Pau mit *Serpula spirulaea*, *Turbinolia calcar*. Mittlere Nummulitenschichten von Aussing, Saboth. Süsswasserkalke mit *Bulimus* von Aix, Ventenac, la Caunette.	Nummulitenkalke von Belluno, Monte Gargaro?	Nummulitenkalke vom Pilatus, Vitznauer Stock, Weesen, Schwendi etc. Obere Schichten vom Kressenberg.	

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Mittleres Eocän.	*Calcaire grossier.*	*Eocene.*	*Middle.*	Untere Tertiärschichten.	Pariser Stufe Parisien.	Sande und Mergel von Bagshot, Bracklesham, White-Cliffbay etc. *Venericardia planicosta. Turritella multisulcata, sulcifera. Nummulites laevigata. Palaeophis typhoeus. Myliobates Edwardsi. Carcharodon. Otodus. Lamna. Galeocerdo. Pleurotoma attenuata. Voluta Selecienes. Lucina serrata. Conus deperditus.*	Unterer Grobkalk von Damery etc. Sandsteine und Sande mit *Nummul. laevigata* von St. Gilles, Cassel etc.
Unteres	*Sables inférieurs.*		*Lower.*		London-Stufe Londonien.	Londonthon von Bognor, Sheppey, Clarendon-hill, Herne-Bay etc. *Leda amygdoloides. Cryptodon angulatum. Rostellaria ampla. Phorus extensus. Voluta nodosa. Nautilus centralis, ziczac. Belosepia sepioidea. Astropecten crispatus. Tetrapterus priscus. Pristis bisulcatus. Crocodilus toliapicus. Coryphodon eocenus. Lophiodon. Hyracotherium. Nipadites ellipticus.*	Rollkieselschichte mit Lamnazähnen von Compiègne. Sande von Cuise-la-Motte. Grünsande mit *Nummul. planulata* bei Brüssel, Gent, Courtray etc.
						Kyson-Sande? *Didelphys, Vespertilio. Hyracotherium.*	Oberer Septarienthon von Lille, Cassel, Ypres, Brüssel. Nummulitensande von Laon, Aizy, Cocnvre etc.

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Seeigelkalke des Rocher du Goulet bei Biarritz. *Cyphosoma cribrum. Echinanthus Pellati. Pygorhynchus Grignonensis. Amblypygus Arnoldi. Periaster verticalis. Macropneustes palinatus.*		Nummulitensandsteine mit grossen Seeigeln vom Steinwand, Pilatus, Yberg, Weesen, Fähnern etc. Untere Schichten von Sonthofen und Kressenberg.	
Untere Nummulitenschichten von Aussing, Sabotb. Nummulitenschichten der Corbières und Montagne noire. Korallenkalk mit *Echinanthus Sopitheanus* bei Biarritz. Physa-kalk von Vitrolles und Roquefavour.		Dachschiefer von Matt mit Fischen?	
Eisenthon von Vitrolles und Cengle. Breccien von Tholonet.			

Beyrich.	d'Archiac.	Lyell.		C. Mayer.		England.	Belgien und Nordfrankreich (Pariser Becken).
Unteres Eocän.	*Sables inférieurs.*	*Eocene.*	*Lower.*	Untere Tertiärschichten.	Soissons-Stufe Suessonien.	Schichten von Reading, Salisbury, Stratford, Upnor mit *Ostrea bellovacina.* Sande und Thone von Newhaven, Woolwich etc. mit *Cyrena cuneiformis* und *Cerithium variabile.* Plastischer Thon. *Melania inquinata. Cyrena tellinella.*	Schichten von Soissons mit *Ostr. bellovac.* Untere plastische Thone und Sande mit *Cyrena cuneif. Cerith. variab.* bei Lille, Tirlemont, Epernay, Compiègne. *Cyprina Morrisi. Cerithium turbinatum, variabile, vulcanum, funatum. Neritina globulus. Cucullaea crassatina. Corbula longirostris. Cytherea orbicularis. Leda substriata. Thracia oblata. Pholadomya cuneata. Nucula Bowerbanki. Ampullaria subdepressa. Nodosaria Wheterellii. Cyrena cuneiformis, antiqua. Ostrea bellovacina. Melania inquinata. Nerita conoidea. Melanopsis buccinoidea. Paludina lenta. Lymnaeus pyramidalis. Physa columnaris. Cyclostoma Arnoudi. Helix hemisphaerica. Coryphodon eocenus. Viverra gigantea. Trionyx vittatus.*
						Thanet-Sande. *Pholadomya cuneata. Cyprina Morrisii. Corbula longirostris. Scalaria Bowerbanki.*	Untere Meeressande bei Soissons.
							Süsswasserkalke und Sande von Rilly?

Mittel- und Südfrankreich.	Italien.	Alpen und Jura Mollasse und Wiener Becken.	Mainzer Becken und Norddeutschland.
Mergel mit *Terebratulina tenuistriata* bei Biarritz und Dax. Sandsteine und rothe Thone der Berge von Alet, Kalksteine, bunte Thone und Sandsteine von Rognac, Rousset, Orgon etc.		Unternummulitische Blätterschiefer von Yberg?	
Rothe Thone der Mont. noire mit *Alveolinen*. Graue Mergelkalke und Sande von Fuveau.			
Süsswasserkalke mit *Physa* von Montolieu, Conques, Fuveau etc.			

chenden Gränzen einzelner Formationsgruppen hervorgehen. So ist z. B., wenn man einzig die Meeresbewohner, besonders Muscheln und Schnecken, in Betracht zieht, ein so grosser Unterschied zwischen den älteren Tertiärschichten einerseits, und den mittleren und neueren andererseits an den meisten Orten vorhanden, dass man letztere unter dem Namen der neogenen Formation hat zusammenfassen wollen — während, wenn man die Landthiere in Betracht zieht, ein solcher Unterschied eher in den oberen Schichten gefunden werden kann und die Pflanzen wieder eine andere Gränze würden annehmen lassen. Ziemlich allgemein hat man indess die ältere, von Lyell und Deshayes aufgestellte Eintheilung in drei Hauptgruppen, ältere Tertiärgebilde oder Eocen, mittlere oder Miocen, obere oder Pliocen beibehalten, wenn auch dieselbe vielfach modificirt wurde. So theilt Lyell jetzt das Eocen in drei, das Miocen in zwei, das Pliocen ebenfalls in zwei Gruppen, während Beyrich zwischen Eocen und Miocen eine gleichwerthige Gruppe, Oligocen, einschieben will, d'Orbigny früher vier Stockwerke unterschied, Suessonien, Parisien, Falunien (mit zwei Unterabtheilungen, unten Tongrien, oben eigentliches Falunien) und Subapennin, und endlich C. Mayer nur zwei grosse Hauptstockwerke unterscheidet, wobei er, noch die quaternären Ablagerungen mitbegreifend, zwölf Stufen annimmt, von denen die eine, Saharien, in der vorstehenden Tabelle weggelassen ist, da sie eben die später zu behandelnden, quaternären Bildungen begreift. Wir gaben hier die Mayer'sche Tabelle mit den Hauptleitmuscheln und Versteinerungen.

§. 757. Die Fauna und Flora der Tertiärgebilde bieten eine ungeheure Menge von Formen dar, die sich, besonders bei den Pflanzen und den niederen Thieren, sehr nahe an die jetzt lebenden anschliessen, während die höheren Thiere eine Stufenleiter allmäliger Entwickelung in den Säugethieren darbieten und in den ältesten Tertiärgebilden Typen zeigen, welche sich etwa den Typen der niederen Thierclassen, die sich in den älteren silurischen und devonischen Schichten finden, vergleichen lassen.

§. 758. Für die Meeresformationen des Flysch und verwandter Gebilde sind besonders die Tange und unter diesen die Gattung *Chondrites*, Knorpeltang, Fig. 628 und 629, wichtig. Es sind feine, seegrasähnliche Pflänzchen mit fadenförmigem, knorpeligem, in zarte und fast gleichdicke Aeste vertheiltem Laub, das in den Schichten plattgedrückt erscheint. Die Aeste sind sehr verschieden lang, zweitheilig und scheinen zuweilen Büschel gebildet zu haben. Man kennt Arten der Gattung schon im Lias und hat viele Species aus dem Flysch unterschieden, die häufig wohl nur Varietäten entsprechen mögen.

In den Süsswasserformationen finden sich ebenso häufig die **Armleuchter**, *Chara*, Fig. 630 und 631, weniger durch ihre Pflanzen §. 759.

Fig. 629.



Chondrites intricatus. Flysch.

Fig. 628.



Chondrites Targionii. Flysch.

Fig. 630.





Chara medicaginula. A. d. Pariser Becken. *a* Vergr. Keimkapsel. *b* Durchschn. d. Stengels.

Fig. 631.

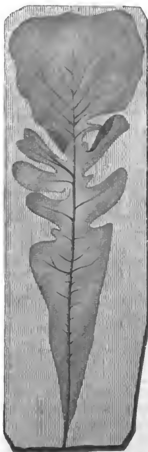


Chara tuberculata. Gypse von Montmartre.

selbst als durch ihre runden Keimkapseln oder Sporangien repräsentirt. Die zarten, mit Kalk incrustirten Stengel dieser Pflanzen bestehen aus mehren um eine mittlere Röhre spiralig aufsteigenden Röhrchen; an den Gliedern stehen wirtelartig starre Aeste und Zweige, in deren Achseln die Sporangien sich ausbilden, welche einen sehr complicirten Bau zeigen, im versteinerten Zustande aber kleinen Stecknadelknöpfen gleichen, auf deren äusserer Seite spiralige Zeichnungen und Ornamente als Ausdruck der ebenfalls spiralig um einen Centralschlauch gewundenen fünf Röhrchen zeigen, in welchen die eigentlichen Keimkörner sich entwickeln. Diese kugelförmigen Sporangien, die bei jeder Art verschiedene Ornamente zeigen, finden sich zu Millionen in den Mergeln und Süsswasserkalken der Tertiärformation, wie z. B. in St. Ouen, Montmorency, Lausanne etc. Man nannte diese Körper früher Gyrogonites. Sie beweisen, dass der Boden der Tümpel und Bäche in ähnlicher Weise wie jetzt von diesen Armleuchterarten bedeckt war.

§. 760. Die höheren Gewächse, welche schon in der Kreideperiode wahre dikotyledonische Bäume mit netzförmigen Blattrippen zeigten, sind jetzt in der Mehrzahl aus Tannen, Fichten, Ahornen, Ulmen, Fig. 632, u. s. w. zusammengesetzt, worunter sich auch, namentlich in den südlicheren Gegenden, wie in der Schweiz, Mittelfrankreich u. s. w., Palmen gesellen, und es zeigt dies Vorkommen von Palmen in nördlicheren Breiten, als dies jetzt der Fall ist, dass zur Tertiärzeit eine höhere Temperatur herrschte. Bei der Unmöglichkeit, die einzelnen Formen hier durchzugehen, müssen wir uns bei den Pflanzen und den niederen Thieren namentlich auf einige besonders auffallende Producte beschränken.

Fig. 633.



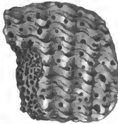
Delesserites Gozzolanus.
Aus dem Nummuliten-Terrain des Monte Bolca.

Hierher gehört vor allen der Bernstein, ein schönes gelbes, durchscheinendes Mineral, das offenbar ein umgewandeltes Harz verschiedener Nadelholzbäume ist, wie sein Vorkommen mit Baumresten und Tannzapfen, die zahlreichen Einschlüsse von Insecten und seine chemische Zusammensetzung erweisen. Er findet sich theils in der Braunkohle, theils entfernt von ihr als ausgeschwemmtes Mineral, und wird an den Ostseeküsten namentlich aus den wahrscheinlich auf dem Grunde des Meeres befindlichen Braunkohlenlagern ausgewaschen und durch die Wellen an das Ufer geführt. Sein Vorkommen in Braunkohlen, welche älteren Formationeu, wie der Kreide, angehören, beweist, dass seine Bildung nicht von geologischen, sondern von rein organischen Einflüssen abhing.

§. 761. Unter den Schwämmen bemerken wir hier die Familie der Clioniden, Fig. 633, deren hornartige Schwammmassen sich in Steine und Muschelschalen einbohren und darin unregelmässige Canäle anlegen, die

von Zeit zu Zeit durch rundliche Oeffnungen nach aussen münden. Wir geben hier die Abbildung eines Schalenstückes, auf dessen Oberfläche man die Mündungen sieht, während man auf einer anderen Stelle bei weggebrochener äusserer Kruste das Netz des Schwammes gewahren kann.

Fig. 633.



Cliona Duvernoyi.
A. d. Faluns d. Touraine.

Unter den **Rhizopoden** oder **Foraminiferen** erwähnen wir vor allen der Nummuliten, Fig. 634 bis 639, welche, wie wir oben sahen, als ausgezeichnete Leitmuscheln für das nach ihnen benannte Terrain zu betrachten sind. Die Nummuliten bilden runde, mehr oder minder scheiben- oder linsenförmige Körper, deren Umriss indess stets kreisförmig ist. Der Rand erscheint meistens scharf, zuweilen, besonders bei den flacheren Arten, stark wellig gebogen. Die Oberfläche ist niemals ganz glatt, sondern meistens mit feinen welligen oder strahlenden Linien gezeichnet, in anderen Fällen fein granulirt. Oft brechen diese Schalen beim Spalten des Nummulitenkalkes in der Horizontalebene und in der Weise, dass die eine Hälfte der Schale §. 762.

Fig. 634.



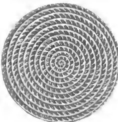
Nummulites nummularia.
Von oben.

Fig. 635.



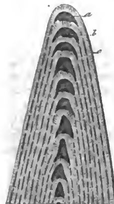
Derselbe von der Seite.

Fig. 636.



Horizontaldurchschnitt der Schale.

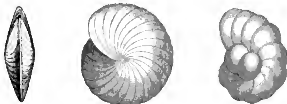
Fig. 637.



Stark vergrössertes Stück eines Querschnittes. *a* Spiralcanal. *b* Oeffnungen der Kammern. *c* Seitliche Kammern.

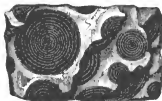
in dem einen, die andere im anderen Bruchstücke bleibt, wo man dann die innere Structur sehen und sich überzeugen kann, dass im Inneren

Fig. 638.



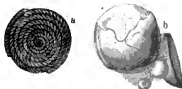
Nummulites planulata, vergrössert.
a Von der Seite. *b* Von vorn. *c* Jung, stärker vergrössert.

Fig. 639.



Nummulitenkalk aus den Pyrenäen.

Fig. 640.



Nummulites laevigata.
Pariser Grobkalk.

eine Spirallamelle existirt, welche in der Ebene eingerollt ist und also einen Gang darstellt, der durch schiefe, radienförmige Querwände in eine grosse Menge von Kammern getheilt ist. Spaltet man den Nummuliten quer durch seinen Durchmesser nach (Fig. 640), so zeigt sich die Spirallamelle in Gestalt von übereinanderliegenden Spitzbögen, die den Umdrehungen entsprechen; die äusseren Windungen sind die jüngsten. Die Kammern zeigen sich nur auf der Höhe der Spitzbögen.

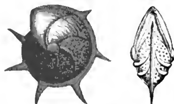
Die älteste Kammer ist stets kugelförmig. Die Kammern hängen unter einander zusammen, indem die Scheidewände sowohl wie die Spirallamellen grössere und kleinere Oeffnungen haben, wodurch einerseits die gallertartigen Thierkörper, welche die Kammern erfüllten, mit einander zusammenhiengen, anderntheils die Fortsätze, mittelst welcher die Nahrung eingesogen wurde, sich nach Aussen erstrecken konnten.

§. 763. Zu derselben Familie der in einer Ebene gewundenen Helicostegier gehören die Robulinen, Fig. 641, deren zusammengedrückte platte Schale eine dreieckige Oeffnung an dem scharfen gekielten Winkel der letzten Kammer hat.

Unter den schneckenförmig gewundenen Helicostegiern erwähnen

wir die häufig vorkommenden **Rotalien**, Fig. 642 und 643, deren regelmässig gewundene Schale aus geschwungenen nautilusähnlichen Kammern besteht, von denen die letzte eine halbmondförmige Oeffnung in der Mitte zeigt. Die Gattung kommt schon in den Liasschiefern vor und lebt noch in den jetzigen Meeren.

Fig. 641.



Robulina echinata.
Aus dem Subapenningebilde.

Bei den **Entomostegiern** besteht die Schale aus länglichen Kammern, welche in zwei Axen übereinander so geordnet sind, dass sie mit einander abwechseln und zugleich in einer Spirale sich aufrollen. Die Schälchen haben meistens eine glasige Beschaffenheit und §. 764.

Fig. 642.



Rotalia Boueana. Aus dem Wiener Becken.

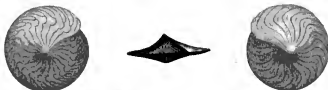
Fig. 643.



Rotalia Partschiana. Aus dem Wiener Becken.

zwei ungleiche Seiten, indem die Kammern auf der einen Seite kleiner sind als auf der andern. Die Gattung *Amphistegina*, Fig. 644, zeigt

Fig. 644.

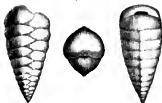


Amphistegina Haueri. Aus den Faluns.

in ähnlicher Weise, wie die Nummuliten, umfassende Spiralwindungen, aber nur auf einer Seite alternirende Kammern, welche immer durch Längsscheidewände getrennt sind.

§. 765. Zu den schon früher erwähnten Enallostegiern gehören die Textularien, Fig. 645, kegelförmige zusammengedrückte Schälchen mit gleichen Seiten, die aus paarigen Theilen gebildet sind und stets alternirende Kammern haben, die auf der inneren Seite eine quere Oeffnung besitzen. Sie gehen vom Hilsgebilde bis in die jetzigen Meere.

Fig. 645.



Textularia Meyeriana.
Aus den Faluns.

§. 766. Die Agathistegier haben kleine hirsekornförmige Schalen, in welchen sich die Umgänge schalenförmig um eine gemeinschaftliche Längsaxe legen, und zwar in der Weise, dass jeder neue Umgang, der grösser als der ältere ist, den vorigen ganz oder theilweise verdeckt, indem er die Hälfte der Circumferenz einnimmt. Die Schalen sind glatt und bald gleichseitig, bald ungleichseitig, je nachdem sie aus paarigen oder unpaarigen Theilen zusammengesetzt sind. Ganze Schichten des Pariser Grobkalkes sind aus Millionen dieser Schälchen zusammengesetzt, die man früher Milioliten nannte, jetzt aber in mehre Gattungen zerspalten hat. Bei den Triloculinen, Fig. 646, ist die Schale oval oder dreieckig und die Kammern in jedem Alter auf drei entgegengesetzte Seiten zusammengeballt.

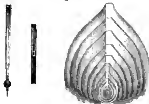
Fig. 646.



Triloculina Josephina.
Aus dem Wiener Becken.

§. 767. Zu den schon früher erwähnten Stichostegiern, bei welchen die Kammern in einer einzigen Axe auf einander gethürmt sind, gehören die Frondicularien, Fig. 647, dünne, zusammengedrückte Schalen mit winkelig geknickten Kammern, die eine einzige runde, in der Mitte gelegene Endöffnung haben. Sie reichen vom Lias bis in die jetzigen Meere.

Fig. 647.



Frondicularia annularis.
Aus dem Subapenninengebilde.

Bei den **Monostegiern** findet sich stets nur eine einzige Kammer mit verschiedener Gestalt und Oeffnung. Die Gattung *Orbulina*, §. 768.

Fig. 648.



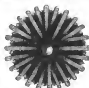
Orbulina universa.

Fig. 648, die in dem Subapenninengebilde vorkommt, hat ein vollkommen kugelförmiges Schälchen mit vielen Poren und einer einzigen mittleren runden Oeffnung, ohne irgend eine Verlängerung.

Unter den **Polypen** heben wir besonders die Gattung *Turbinolia*, Fig. 649, hervor, die durchaus auf die mit dem Pariser Becken gleichalterigen Gebilde beschränkt ist und einen geraden freien Polypenstock von kegelförmiger Gestalt zeigt; der Kelch ist kreisförmig, die Mauer nackt, die innere Säule einfach griffelförmig, die Strahlen sind einfach, ihre Blätter hart an einander gelegt und ihre Ränder stehen aussen als Rippen vor. Es sind meistens nur kleine Korallenstöckchen, die sich in Unzahl besonders im sandigen Grobkalke finden. §. 769.

Fig. 649.

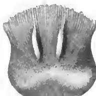


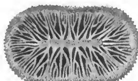


Turbinolia sulcata. Aus dem Grobkalke.

Die Familie der **Eupsammiden** hat poröse Korallenstöcke, deren Mauer auf der äusseren Oberfläche, die ganz mit gedrängten Knötchen besetzt ist, eine Unzahl kleiner Oeffnungen zeigt. Die Scheidewände sind breit, wenig hervorstehend und die des letzten Kreises unvollständig mit getheiltem Rande, nach dem vorhergehenden Systeme hingebogen. Die Columella ist schwammig. Die Gattung *Eupsammia*, Fig. 650, die §. 770.

Fig. 650.





Eupsammia Maclurei. Aus dem Grobkalke.

ganz auf die unteren und mittleren Tertiärgebilde beschränkt ist, hat einen einfachen und freien Polypenstock mit eiförmigem Kelche, ohne flügelförmige Fortsätze an der Basis.

§. 771. Unter den tertiären **Echinodermen**, deren Zahl sehr gross ist, zeichnet sich in der Familie der Clypeastroiden mit blattförmigen Ambulacren und centralem Munde, der innen fünf grosse dreieckige Zähne trägt, die Gruppe der **Scutellen** schon um deswillen aus, weil die zahlreichen Arten mit sehr wenigen Ausnahmen den Tertiärgebilden angehören und somit ihre Schalen vortreffliche Leitmuscheln abgeben. Diese Thiere haben eine scheibenförmige, sehr platte Gestalt, etwas abgerundete Form, Mund und After auf der Unterseite und einen fünfblätterigen Stern von Oeffnungen auf dem Rücken, die für den Durchgang der sogenannten Fühler (Ambulacren) dienten. Zu der Gruppe der Laganen, die auf der Unterfläche gerade und einfache Fühlergänge besitzen, und deren Zahnapparat im Inneren auf Vorsprünge der Schale gestützt ist, gehört die typische Gattung *Laganum* mit meist verdicktem Rande und Ambulacralfeldern, die sich fast schliessen ohne den Rand zu erreichen, und die wenig verschiedene Gattung *Sismondia*, ebenfalls mit verdicktem, ganzem Rande, aber langen bis zum Rande reichenden Rosettenblättern, die nur auf die unteren Tertiärgebilde beschränkt ist. — Zu der Gruppe der eigentlichen Scutellen, die einen dünnen und meistens eingeschnittenen Rand und auf der Unterfläche verzweigte und anastomosirende Fühlergänge besitzen, gehört die Gattung *Scutella* mit etwas vorgezogenem, durch zwei seitliche Einschnitte getrenntem Afterstücke und geschlossenen Rosettenblättern; die Gattung ist ganz auf die mittleren Tertiärgebilde beschränkt. Die Einen, Fig. 651, haben Einschnitte am Rande; zu den Ganzrandigen gehören die Laganen, Fig. 652 und 653, welche rundlich oder eiförmig, hinten abgestutzt sind, einen auf-

Fig. 651.



Scutella striatula. Aus den Faluns.

Fig. 652.



Laganum marginale. Aus dem Grobkalk.

geschwollenen Rand, eine grosse Ambulacralrosette und einen centralen Mund haben, während der After nahe am Rande sich findet. Die ganze Oberfläche der Schale ist von einer feinen Granulation übersäet.

Fig. 653.



Sismondia marginalis. Aus dem Grobkalke von Blaye.
a Von oben. *b* Von der Seite. *c* Von unten.

Die Gattung *Temnechinus*, deren Arten bis jetzt ausschliesslich in dem englischen Crag gefunden wurden, gehört zu den eigentlichen Echiniden und begreift kleine runde Seeigel mit haarförmigen Stacheln, die auf glatten undurchbohrten Höckern sitzen. Die Nähte der Platten sind vertieft, so dass auf der Oberfläche sich zickzackförmige Linien zeigen. §. 772.

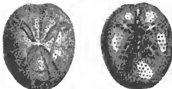
Fig. 654.



Temnechinus excavatus. Aus dem Crag.

Zu der schon früher erwähnten Familie der Herzigel (*Spatangida*) gehört die Gattung *Gualtieria*, die eine ovale Gestalt und ungleiche Ambulacren zeigt, bei welcher der auf der Unterfläche excentrisch gelegene Mund von dicken Warzen umgeben ist, während der After auf der oberen Fläche liegt und die Ambulacren durch ein eigenthümliches Band in Form einer stumpfen Pfeilspitze, das sich um den Scheitel der Schale schlingt, quer durchgeschnitten werden. Die Gattung ist durchaus charakteristisch für die Nummulitengebilde. §. 773.

Fig. 655.



Gualtieria Orbignyana.
Aus dem Nummulitenkalke.

In den mittleren Tertiärgebilden findet man eine eigenthümliche Art von Moospolypen, die nur §. 774.

Fig. 656.



Maeandropora cerebriformis. Aus den Faluns.

dort vorkommen und mit dem Namen *Maeandropora* bezeichnet worden sind, Fig. 656 (a. v. S.). Der Polypenstock bildet senkrechte, vielfach gewundene, dicke Blätter, welche über eine kugelige Masse hervorstehen und eine Menge kleiner Oeffnungen zeigen, die in röhrige, senkrecht gestellte, büschelförmig verbundene Zellen führen.

§. 775. Unter den Brachiopoden spielt die Gattung *Lingula* (Fig. 657) insofern eine merkwürdige Rolle, als Arten derselben in allen Schichten, von den ältesten an, bis in die Meere der Neuzeit gefunden werden. Die Gattung hat zwei fast gleiche Schalen ohne Schloss, Schlossband oder Oeffnung, die aber an der Spitze etwas von einander weichen, um einem dicken, innen muskulösen Stiel Ansatz zu geben, womit das Thier sich an Felsen heftet. Die Schalen sind nur durch innere Muskeln zusammengehalten; die Arme sind lang, fleischig, aber ganz frei ohne Kalkstützen an den Schalen, die innen nur Muskeleindrücke gewahren lassen. Die abgebildete Art ist charakteristisch für den Crag von Antwerpen und England.

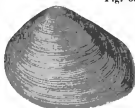
Fig. 657.



Lingula Dumortieri. Crag.

§. 776 Zur Familie der Astartiden gehört die Gattung *Crassatella*, dicke Muscheln mit ganzem Manteleindrucke, grossen Muskeleindrücken und einem gewaltigen Schlosse mit zwei Zähnen und drei Gruben auf der linken und einem Zahne und zwei Gruben anf der rechten Schale. Sie

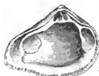
Fig. 658.





Crassatella pond.rosa. Aus dem Grobkalke.

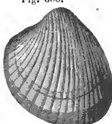
Fig. 659.



Crassatella sulcata. Von Innen. Von Barton.

Fig. 660.







Cardita pectuncularis. Aus dem Nummulitengebilde.

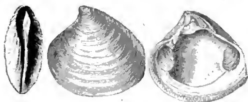
unterscheiden sich von allen anderen Gattungen der Familie durch das Schlossband, welches innerlich ist, während die anderen Astartiden es

Fig. 661.



Cardita pectuncularis.
Aus dem Grobkalke.

Fig. 662.



Astarte bipartita.
Crag.

Fig. 663.



Cardita globosa.
Von Beauchamps.

aussen haben. Die hier abgebildeten Arten (Fig. 658 und 659) sind für den Grobkalk und den Bartonthon charakteristisch.

Derselben Familie gehören die eigentlichen Astarten und die Carditen an, deren Charakteristik schon früher gegeben wurde.

Die Familie der Chamiden hat eine ungleichschalige Muschel mit abgerundeten, nach innen gedrehten Buckeln, starkzahnigem Schlosse und zwei deutlichen Muskeleindrücken; bei der typischen Gattung Chama sind die Buckeln ungleich und das Schloss hat nur einen grossen, dicken, schiefen Zahn, der in eine Grube der anderen Klappe passt. Das tief liegende Schlossband ist äusserlich. Die Muscheln heften sich, wie die Austern, mit der grossen Schale an. Man findet sie von der Kreide an bis in die Neuzeit. §. 777.

Fig. 664.



Chama squamata.
Von Beauchamps.

Die zur Familie der Archenmuscheln gehörende Gattung *Leda*, Fig. 665 und 666, hat ein gekerbtes, aus zwei Reihen kleiner Zähnchen und Grübchen bestehendes Schloss, die sich unter spitzem Winkel ver- §. 778.

Fig. 665.





Leda Deshayesii.
Aus den Faluns.

Fig. 666.



Leda amygdaloides.
Aus dem Londonthon.

einigen, eine etwas nach hinten ausgezogene Schale ohne Perlmutter und einen wenig eingekerbten Mantelrand. Man findet sie vom Lias an.

§. 779. Die Tellinen, Fig. 667, haben sehr dünne flache Muscheln mit schwachen Buckeln, einer Falte am Afterende, sehr schwachem, zweizahnigem Schlosse, engem und sehr tief ausgeschnittenem Mantelrande. Man kennt welche von den devonischen Schichten an; sie werden aber erst in der Tertiärzeit zahlreich und charakteristisch.

Fig. 667.



Tellina obliqua. Asti.

§. 780. Die Lucinen haben eine runde oder ovale Muschel mit kleinen, schiefen Buckeln, schwachem Schloss, woran zwei Haupt- und zwei Nebenzähne, halb innerem und halb äusserem Schlossbande und ganzem Mantelrande, der sich noch vor dem vorderen Muskeleindrucke hinzieht. Die mit dem Namen *Axinus* belegte Gruppe der Gattung, Fig. 668, zeichnet sich durch einen Hof an der vorderen und eine Falte an der Aftergegend aus.

Fig. 668.



Axinus angulatus.
(*Lucina subangulata.*)
Tongrien.

§. 781. Die Familie der Erbsenmuscheln (*Cyclasida*) gehört durchaus nur dem süssen Wasser an und enthält mehr oder minder zusammengedrückte kleine Muscheln von dreieckiger oder ovaler Gestalt, die vollkommen geschlossen sind und deren Mantel einen kleinen dreieckigen Einschnitt zeigt. Das Schloss hat ein äusseres Band und Hauptzähne und Seitenzähne. Die Gattung *Cyclas* selbst, Fig. 669, zeigt einen bis drei Schlosszähne, zwei langgezogene blätterige Seitenzähne und eine äusserst dicke Oberschale, die gewöhnlich an den Buckeln sich abuutzt.

Fig. 669.





Cyclas antiqua.
Aus dem plastischen Thone.

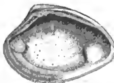
§. 782. Die zur Familie der Erbsenmuscheln gehörende Gattung *Cyrene*, Fig. 670 und 671, hat grosse feste Muscheln mit drei Schlosszähnen

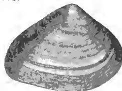
Fig. 670.



Cyrene semistriata.
Fontainebleau.

Fig. 671.





Cyrene cuneiformis. Plastischer Thon.

auf jeder Klappe, ist aber sonst der Gattung *Cyclas* sehr ähnlich. Sie kommt im Wälderthon, in den Tertiärgebilden und in den jetzigen Tropenmeeren vor.

Zu schon früher charakterisirten Gattungen gehören die Arten von *Nucula*, *Corbula*, *Cardium*, von welchen wir hier charakteristische Arten abbilden, Fig. 672 bis 674.

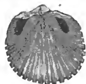
Fig. 672.



Nucula Cobboldiae. Norwich-Crag.

Fig. 673.





Cardium porulosum. Grobkalk.

Fig. 674.



Corbula pisum. Aus den Faluns.

Die Flügelfüsser oder Pteropoden sind in den Tertiärschichten hauptsächlich durch Hyaliden repräsentirt, die, wie bekannt, eine feine, dünne, glasartige Schale haben, in welche das Thier sich gänzlich zurückziehen kann. Die Gattung *Hyalaea* selbst, Fig. 675, hat fast kugelförmige Schalen, meistens mit Spitzen und Hörnern verziert, die aus zwei ungleichen Hälften bestehen, wovon die eine Hälfte mehr aufgetrieben, die andere platter ist und durch ihr Vorstehen eine spaltförmige Oeffnung bildet, aus welcher das Thier sich entfalten kann. §. 783.

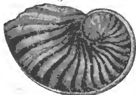
Fig. 675.



Hyalaea Orbignyana. Aus den Faluns.

Auch die Heteropoden, deren ausserordentlich zarte Schalen ihrer Zerbrechlichkeit wegen in den Sammlungen jetzt lebender Schnecken selten sind, finden sich in den Tertiärschichten vertreten. Bekanntlich haben diese schwimmenden Meerschnecken statt eines Kriechfusses einen ruderförmigen Lappen in der Mitte des Leibes, mit dem sie schwimmen. Die Carinarien, Fig. 676, besitzen eine kleine, mützenförmig auf die Seite §. 784.

Fig. 676.

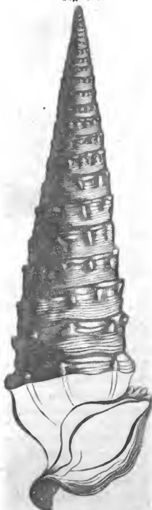


Carinaria Hugardi. A. d. Faluns.

gewundene Schale mit länglicher Oeffnung, welche nur zum Schutze des Eingeweidekernes dient, während der Körper der Schnecke vollkommen nackt nnd glasartig durchsichtig ist.

§. 785. Unter den Gasteropoden der Tertiärperiode zeichnen wir hauptsächlich das zur Familie der Bucciniden gehörige Geschlecht der Cerithien, Fig. 677 bis 681, aus, da diese Schnecken mit ihren vielen Arten einen der charakteristischen Typen unter den Grobkalkversteinerungen bilden. Mit den lebenden zählt dies Geschlecht mehr als dreihundert Arten, die von der Kreide an gelebt haben, und in so zahlreicher Menge, dass viele für Bausteine ausgebeutete Schichten des Grobkalkes fast nur aus Cerithien zu bestehen scheinen. Sie

Fig. 677.



Cerithium giganteum. Aus dem Grobkalke von Paris.

Fig. 678.



Cerithium hexagonum. Aus dem Grobkalk.

Fig. 681.



C. concavum. Barton.

Fig. 679.



Cerithium plicatum. Tongrien.

Fig. 680.



Cerithium elegans. Diablerets.

haben lange, thurmförmige, sehr allmälig sich zuspitzende, gewundene Gehäuse mit schiefer, eiförmiger Oeffnung, die sich unter der Spindel in einen kurzen, abgestutzten, meist nach hinten gebogenen Canal ohne Ausschnitt verlängert; die äussere Lippe bildet am oberen Ende des rechten Randes oft eine enge, kurze Rinne.

Bei der Gruppe der Cassiden, welche derselben Familie angehört, findet sich eine breite, bauchige Schale mit kurzem Athemcanal, der meistens nach oben zurückgebogen ist, und eine gewöhnlich auf beiden Seiten schwielige längsovale Mundöffnung. Die Gattung *Cassis*, Fig. 682, §. 786.

Fig. 682.

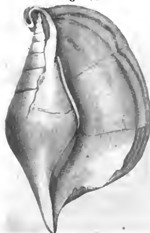


Cassis cancellata. Aus dem Grobkalke.

hat eine fast kugelige Schale mit sehr kurzer Spindel und äusserst schwieliger Mundöffnung, deren Ränder gewöhnlich gefaltet sind und die auf der Schale als Längsrippen zurückbleiben. Der Athemcanal ist sehr kurz und plötzlich zurückgebogen.

Die Gattung *Nassa* endlich hat eine eiförmige Schale, mit ein-

Fig. 683.



Rostellaria macroptera. Londonstufe.

Fig. 684.



Nassa granulata. Crag.

Fig. 685.



Pleurotoma attenuata. Grobkalk.

Fig. 686.



Phorus extensus. Londonthon.

facher, im Alter etwas schwieliger Spindel und verdickter Lippe; der Canal ist sehr klein und ein wenig zurückgebogen.

Aus schon früher charakteristischen Gattungen bilden wir hier noch einige Leitmuscheln ab.

§. 787. Die Familie der Felsenschnecken (*Muricida*) hat spiralig aufgewundene, keulenförmige Schalen mit scharfen Ecken und Rippen, deren Lippe stets verdickt, stachelig oder blätterig ist und bei dem Fortwachsen der Schale als vorstehende Rippe stehen bleibt. Die Spindel ist in einen langen, oft vollständig zur Röhre gezogenen Athemcanal ausgezogen. Bei der typischen Gattung **Murex**, die erst mit den Tertiärschichten beginnt, finden sich wenigstens drei Reihen solcher Höcker oder Rippen, die oft in sehr bizarre, aber stets volle Stacheln und Spitzen auswachsen.

Fig. 687.



Murex alveolatus. Crag.

Die Gattung **Typhis**, Fig. 688 und 689, hat auf jeder Windung drei solcher alter rippenartig vorstehender Lippen, die mit Dornen geziert sind, und ausserdem noch offene, röhrenartige Spitzen, welche auf dem oberen Rande der drei letzten Windungen stehen. Sie kommt nur in den unteren und mittleren Tertiärschichten vor.

Fig. 688.





Typhis tubifer. Aus dem Grobkalke.

Fig. 689.



Typhis pungens. Barton.

§. 788. Zu den schon früher charakterisirten Spindelschnecken (**Fusida**), von welchen wir eine charakteristische Art abbilden, gehört die Gattung **Pyrula**, die sich dadurch unterscheidet, dass die Spindel nur sehr

Fig. 690.



Fusus contrarius. Crag.

Fig. 691.



Pyrula reticulata. Crag.

Fig. 692.





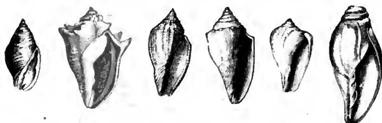
Fulgur (Pyrula) canaliculata. Mainzer Stufe.

kurz und meist fast ganz von der letzten Windung umhüllt ist, so dass die Schalen des meist sehr langen Canals wegen häufig eine birnförmige

Gestalt haben. Die Lippe ist ganz, die Spindel glatt. Bei der *Fulgur* genannten Gruppe dieser Schnecken besitzt die Windung einen Kiel, während dieselbe bei der typischen Gattung abgerundet ist.

Die Gattung *Mitra* unterscheidet sich von der früher schon erwähn- §. 789.
ten Gattung *Voluta*, von welcher wir hier viele charakteristische Arten

Fig. 693. Fig. 694. Fig. 695. Fig. 696. Fig. 697. Fig. 698.



Mitra scabra, Barton. *Voluta athleta*, Beauchamps. *Voluta ambigua*, Beauchamps. *Voluta nobosa*, Londonthon. *Voluta lutrella*. Grobkalk. *Voluta Lamberti*. Crag.

abbilden, durch eine längere, spitzere Spindel, engere Mundöffnung und weniger schiefe Spindelschwielen. Die fossilen Arten sind meist weit kleiner als die jetzt lebenden, und kommen schon, aber selten in der Kreide vor.

Die Familie der Kegelschnecken (*Conida*), die in den jetzigen §. 790.
Meeren durch so wunderschöne und gesuchte Arten vertreten ist, erscheint zwar in der oberen Kreide, entwickelt sich aber erst in den Tertiärschichten. Die Schale bildet einen Kegel, die wie eine Düte eingerollten Windungen umhüllen die Spindel fast durchaus, die Mundöffnung ist lang, schmal ohne Ausschnitt, die Lippe schneidend; der Deckel sehr schmal, die Spindel faltenlos. Das Thier besitzt einen langen Rüssel mit einem Giftapparat an der Spitze und entfernt sich dadurch von der Mundbewaffnung der übrigen Schnecken.

Fig. 699.

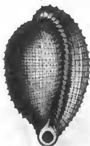


Conus deperditus. Grobkalk.

Die Familie der Porcellanschnecken (*Cypraeida*) §. 791.
zeigt glatte, wie polirte Schalen von eiförmiger Gestalt mit fast gänzlich umfassenden Windungen, deren Oeffnung einen langen schmalen Spalt darstellt, aus welchem das Thier den dünnen Mantel hervorschiebt, der die Schale gänzlich einhüllt und so ihre Politur erhält. Bei den

eigentlichen Porcellanschnecken (*Cypraea*), Fig. 700 und 701, ist die Oeffnung sehr eng, die Lippe eingerollt, die Ränder der Oeffnung gezähnelt und an jedem Ende ein Canal angebracht. Die ganze Familie kommt mit sehr wenigen Ausnahmen nur in den Tertiärschichten und in den heutigen Meeren vor.

Fig. 700.



Cypraea elegans. Aus dem Grobkalke.

Fig. 701.



Cypraea coccinalloides. Crag.

§. 792. Ihnen sehr nahe steht die Familie der Olivenschnecken (*Olivida*), die ebenfalls glatte, vom Mantel bedeckte Schalen besitzen, aber durch die Organisation des Thieres wie die Form der Schale abweichen, welche regelmässig eingerollt ist, eine glatte ganze Lippe, eine stets sichtbare Spindel hat. Die typische Gattung *Oliva*, die nur in Tertiärschichten und lebend sich findet, hat eine glatte, fast cylindrische Schale mit kurzer Spindel, länglicher, an der Spindel schief gefalteter und vorn etwas ausgeschnittener Mundöffnung, während bei der Gattung *Terebellum* die Mundöffnung nach hinten (oben) sich verschmälert und die spitze Spindel eingehüllt ist.

Fig. 702.



Oliva Dufresnii. Mainzer Stufe.

Fig. 703.



Terebellum fusiforme. Cuise la Motte.

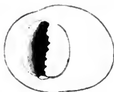
Fig. 704.



Terebellum convolutum. Barton.

§. 793. Die Familie der Neritiden hat eine breite, gewundene, ungenabelte Schale, die meistens sehr niedrig ist und eine halbmondförmige

Fig. 705.





Nerita Schemidelliana. Aus dem Nummulitenterrain.

Oeffnung zeigt, deren Spindelrand gewöhnlich umgebogen, stark schwielig und selbst gezähnt ist. Die Schale kann von dem Thiere mittelst eines Deckels geschlossen werden. Die Gattung *Nerita* selbst, Fig. 705, zeigt in ihren Schalen die Gestalt eines niedrigen schiefen Kegels mit hakenförmig umgebogener Spitze und abgeplatteter Mundöffnung, die gewöhnlich gezähnelt ist.

Die Gattung *Neritina*, Fig. 706, unterscheidet sich dadurch, dass der Spindelrand glatt und ohne Falten oder Schwielen ist.

Fig. 706.



Neritina concava. Barton.

Fig. 707.

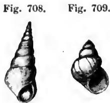


Natica helicoides. Asti.

In die Nähe gehört die früher schon charakterisirte Gattung *Natica*, von welcher wir hier eine charakteristische Art abbilden.

Zu der Familie der Strandschnecken (*Littorinida*), die eine dicke Schale ohne Perlmutter mit Oberhaut, ganzer Mundlippe und glattem Spindelrand besitzen und zu welchen die schon früher charakterisirte Gattung *Turritella* gehört, von welcher wir hier noch eine Art abbilden, zählt man auch die Gattung *Rissoa*, kleine Schneckchen mit runder Mundöffnung, dicker Lippe und thurmförmiger Schale, die schon in den permischen Schichten auftreten, in den Tertiärschichten und den jetzigen Meeren aber sehr häufig sind. §. 794.

Fig. 708.



Turritella multisulcata. Grobkalk.

Fig. 709.



Rissoa Chastelii. Fontainebleau.

Zu den Süsswasserschnecken mit kammförmigen Kiemen gehören die Melaniden, Schnecken mit dünner, hornartiger, oft sehr langer Schale, schneidender Lippe, rundlicher, von einem Horndeckel geschlossener Mündung. Auch die fossilen Arten kommen nur in den Süsswasserschichten schon vom Lias an vor. §. 795.

Fig. 710.



Melania inquinata. Plastischer Thon.

Fig. 711.



Melania turritissima. Bembridge.

Fig. 712.



Paludina lenta. Tongrien.

Fig. 713.



Paludina orbicularis. Bembridge.

Zu derselben Gruppe gehören die Sumpfschnecken (*Paludinida*), ebenfalls mit dünner hornartiger Schale, die aber meist mehr oder minder §. 796.

kugelig ist und eine ganzrandige Mundöffnung besitzt. Bei der typischen Gattung *Paludina* hat die Mundöffnung nach oben (hinten) eine Art Ecke. Sie kommen vom Lias an in den Süsswasserschichten vor.

§. 797. Die Thürschnecken (*Cyclostomida*) haben lange, dünne Schalen mit runder oder halbmondförmiger Oeffnung, deren Ränder oft umgebogen, aber niemals gezähnelt sind und die mit einem spiraligen Deckel vollständig verschlossen werden können. Sie leben nur auf dem Lande, obgleich sie Kiemen besitzen, und die Gattung *Cyclostoma*, die sich auch in den Tertiärschichten findet, kommt jetzt hauptsächlich nur in südlichen Gegenden vor. Es unterscheidet sich diese Gattung von anderen ihrer Familie durch die kreisrunde Lippe ihrer Mundöffnung (Fig. 714).

Fig. 714.



Cyclostoma Arnoudi. Aus dem plastischen Thone.

§. 798. Die übrigen Land- und Süsswasserschnecken, die in den verschiedenen Tertiärablagerungen häufig gefunden werden, unterscheiden sich

Fig. 715.



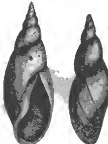
Lymnaeus pyramidalis. Aus d. plastischen Thone.

Fig. 716.



Physa columnaris. Aus d. plastischen Thone.

Fig. 717.



Lymnaeus longiscatus. Montmartre.

Fig. 718.



Lymnaeus caudatus. Barton.

von den soeben abgehandelten und allen Meeresschnecken dadurch, dass sie keine Kiemen, sondern Lungensäcke besitzen und Luft einathmen. Unter den luftathmenden Süsswasserschnecken ist besonders die Familie der Teichschnecken (*Lymnacida*) wichtig, die eine dünne, längliche oder scheibenförmige Schale mit ganzer Mundöffnung besitzt. Es gehören hierher die Gattungen *Lymnaeus*, Fig. 715, mit dünner, ovaler oder thurmförmiger Schale, ganzer eiförmiger Oeffnung, schneidendem Mundrande, deren Windungen von rechts nach links gehen, wodurch sie sich von der Gattung *Physa*, Fig. 716, unterscheiden, deren meist sehr lang gezogene Schalen links aufgewunden sind.

Die Kreiselschnecken (*Planorbis*), welche derselben Familie

angehören, haben eine meist fast in der Ebene gewundene, sehr dünne Schale, deren Windungen nur sehr wenig an Dicke zunahmen.

Fig. 719.





Planorbis discus. Bembridge.

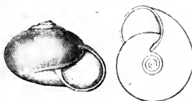
Fig. 720.





Planorbis euomphalus. Barton.

Fig. 721.



Helix hemisphaerica. Aus dem plastischen Thone.

Die Schnirkelschnecken (*Helicida*) sind allgemein durch die so häufig vorkommenden Garten- und Weinbergschnecken bekannt. Die §. 799.

Fig. 724.



Bulimus ellipticus. Bembridge.

Fig. 722.



Helix occlusa. Montmartre.

Fig. 723.



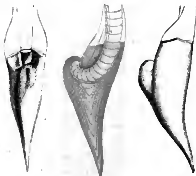
Helix labyrinthica. Barton.

Schalen sind gewöhnlich dünn, bauchig oder langgezogen, mit Eindrücken auf der Aussenfläche, welche die Oberhaut erkennen lassen. Bei der Gattung *Helix* selbst, Fig. 721 bis 723, ist die Schale kegelförmig, dick, der Mundrand breiter als lang und die Aufwindung regelmässig. Die Gattung *Bulimus* unterscheidet sich von den eigentlichen Helix hauptsächlich nur durch die sehr in die Länge gezogene Schale und Mundöffnung, welche von einer Schwiele umgeben ist.

Die Ueberreste von Cephalopoden aus der Tertiärzeit sind verhältnissmässig selten, und besonders merkwürdig ist der gänzliche Mangel von Belemniten und Ammoniten, die in der Kreide noch so häufig waren. Wir bilden hier die Gattung *Spirulirostra*, Fig. 725 (s. f. S.), von der Superga bei Turin ab, welche eine merkwürdige Vereinigung von Charakteren zeigt, die sie einerseits der lebenden Gattung *Spirula*, andererseits den Belemniten und Sepien nähern. Das Fossil besteht aus einer hakenförmig gebogenen, in Kammern getheilten inneren Schale, die einen Sipho zeigt und mit ihrem unteren Hakenrande in einen spitzen Kalkschnabel eingeschoben ist, der auf der vorderen Seite einen §. 800.

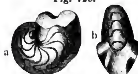
porösen Wulst zeigt und im Inneren aus über einander gestellten Luftkammern besteht, die eine Spirale bilden.

Fig. 725.



Spirulirostra Bellardi.

Fig. 726.



Nautilus ziczac. Londonthon.

Fig. 727.



Nautilus centralis. Londonthon.

Nautilen sind nicht selten, wir bilden hier einige charakteristische Arten ab.

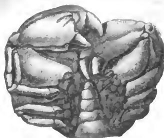
§. 801. Die Crustaceen der Tertiärgebilde sind deshalb besonders merkwürdig, weil man in ihnen erst Repräsentanten der Halbschwänzer (*Anomura*) und der Kurzschwänzer oder Krabben (*Brachyura*) findet. Der Schwanz ist bei diesen Thieren meist unter den Leib gebogen

Fig. 728.



Hela speciosa.
Aus den Subapenninen.

Fig. 729.



Cancer macrocheilus.
Aus den Subapenninen.

und rudimentär, dagegen die Kopfbrust ausserordentlich entwickelt und das Nervensystem zu einem einzigen grossen Ganglion vereinigt, was ihnen offenbar eine höhere Stellung zuweist. Wir bilden hier das

Rückenschild eines Halbschwänzers aus der Gattung *Hela* ab, Fig. 728, und ferner die untere Ansicht eines ächten Taschenkrebses (*Cancer*), Fig. 729, bei welchem man den kleinen eingeschlagenen Schwanz und die grossen Scheeren sehen kann, die auf der Bauchseite zusammengezogen sind.

Fossile Insecten aus der Tertiärzeit haben sich an vielen Orten §. 802. gefunden — besonders wohl erhalten aber im Bernstein, in den Schiefern von Oeningen am Rhein, Radoboj in Croatien und Aix in der Provence. Merkwürdig ist bei dieser Classe, dass zwar, mit Ausnahme einiger schmarotzender Ordnungen, alle grösseren Ordnungen vertreten sind, aber in durchaus abweichendem Verhältniss, so zwar, dass die Insecten ohne Metamorphose (*Ametabola*), welche jetzt nur ein Zehntheil der gesammten Insectenzahl ausmachen, in der Tertiärzeit noch ein Drittheil der bekannten Arten betragen und die Insecten mit Metamorphose (*Metabola*), jetzt neun Zehntheile der Gesammtzahl betragend, damals nur höchstens zwei Drittheile ausmachten — ein Verhältniss, welches im Jura und der Kohlenzeit noch auffallender ist.

Unter den einzelnen Familien tertiärer Insecten zeichnen sich besonders die Cicaden, Schaum-Cicaden (*Cercopis*) und Wanzen, die Libellen und vor Allem die Termiten aus, welche jetzt in unseren Klimaten nicht mehr leben, in Radoboj und Oeningen aber sehr häufig waren; dann kommen Heuschrecken, Fliegen (mehr Langhörner als Kurzhörner, was ebenfalls das umgekehrte Verhältniss wie in der Jetztwelt ist), ausserordentlich viele Ameisen, von denen man aus Radoboj und Oeningen allein mehr Arten (66 Species) kennt, als in der Jetztwelt in ganz Europa vorkommen (nur 40 Species), dagegen nur sehr wenige Schmetterlinge, Grabwespen, Bienen und Käfer, unter denen wieder die Holzkäfer und namentlich die Prachtkäfer (Buprestiden) vorwiegen. Es spricht die ganze Insectenbevölkerung für die Existenz dunkler, morastiger Wälder mit tropischem Klima — denn die meisten Formen entsprechen brasilianischen oder ostindischen Arten, die solche Standorte lieben.

Zu den charakteristischen Versteinerungen der meerischen Tertiär- §. 798. gebilde gehören die verschiedenen Haifisch- und Rochenzähne, die man überall in grosser Anzahl findet und deren Arten ziemlich leicht zu unterscheiden sind.

Fig. 730.



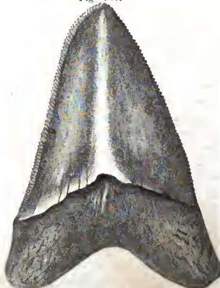
Notidanus primigenius.
Aus der Mollasse.

Die Notidanen, Fig. 730, haben breite Zähne mit vielen Spitzen, die auf einer einzigen Wurzel stehen und unter welchen meist die vordere Spitze die grössere ist, während die hinteren allmälig abnehmen. Die lebenden Notidanen lassen sich leicht an der grösseren Zahl ihrer Kiemenspalten (6 bis 7), sowie an ihrer

einfachen Rückenflosse erkennen; die fossilen dagegen sind zuweilen ziemlich schwer zu unterscheiden, obgleich die hier abgebildete Form äusserst charakteristisch ist.

Die Zähne der Carcharodonten, Fig. 731 bis 734, sind dreieckig,

Fig. 731.



Carcharodon megalodon. Aus der Mollasse.

Fig. 732.



Carcharodon heterodon. Grobkalkstufe.

Fig. 733.



Galeocerdo latidens. Grobkalk.

platt, scharf an beiden Rändern und gekerht wie der abgenutzte Zahnrand einer Säge; ihre Wurzel ist schwammig, meist hoch und platt, unten ausgeschweift; der Zahn ist innen massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt. Die Zähne einiger Arten dieses Geschlechtes sind von ungemeiner Grösse und lassen auf räuberische Haifische von 30 und mehr Fuss Länge schliessen.

Fig. 734.



Carcharias productus. Aus den Faluns.

Fig. 735.



Lamna Hopei. Aus dem Londonthone. *a* Von vorn. *b* Von der Seite.

Fig. 736.



Lamna elegans. Grobkalkstufe.

Die Lamna-Arten haben lange, schmale, meist etwas gebogene Zähne, die man früher als versteinerte Vogel- oder Schlangenzungen deutete; eine zweischenklige, lange, stark ausgeschweifte Wurzel, platte, schneidende Ränder und feine Nebenzacken an der Wurzel. Die Zähne sind massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt (Fig. 735 und 736).

Die Otodus-Arten unterscheiden sich von den ächten Lamnen nur dadurch, dass die Zähne breiter, dreieckig und die Nebenzacken sehr

Fig. 737.



Otodus.
Grobkalkstufe.

Fig. 738.



Otodus obliquus.
Aus dem Grobkalke.

Fig. 739.



Oxyrhina xiphodon.
Aus den Faluns.

dick sind, Fig. 737 und 738, während auf der anderen Seite die Oxyrhinen platte, schneidende, zungenförmige Zähne ohne Nebenzacken besitzen (Fig. 739).

Unter den Rochen zeichnen sich die Myliobaten, Fig. 740, durch §. 804. ihre breiten Zahnladen aus, die aus einzelnen Querbändern zusammengesetzt sind, welche zur Seite kleinere, vier- oder sechseckige, wie Pflasterstücke eingesetzte Nebenkronen haben. Das Ganze bildet eine breite etwas gewölbte Kauplatte auf jedem Kiefer. Sie kommen nur in tertiären Gebilden vor, nicht in älteren Formationen.

Fig. 740.



Myliobatus punctatus.
Aus dem Londonthone.

Die Fische von Monte Bolca bei §. 805. Verona, welche bis jetzt bekannt sind, begreifen nahe an zweihundert Arten aus den verschiedensten Geschlechtern. Sämmtliche Arten ohne Ausnahme sind ausgestorben; von den Geschlechtern haben die meisten noch lebende Repräsentanten. Alle gefundenen Reste gehören Seefischen an; man hat noch keinen einzigen Süsswasserfisch in diesen Schiefern entdeckt. Am reichlich-

sten sind folgende Familien bedacht: die Percoiden oder barschartigen Fische mit starken Stacheln in der Rückenflosse, gezähneltem Vorkiemendeckel nnd gezähnelten Schnppen; die Schuppenflosser oder Bürstenzähnler (Chätodonten), deren analoge Gattungen sich jetzt nur noch in tropischen Meeren finden; die Familie der Thnnfische oder Makrelen (Scomberoiden), welche sich meist durch die zahlreichen, einzelstehenden Flossen anf dem Rücken und starke kegelförmige Zähne unterscheiden; die heringsartigen Fische mit grossen platten Schnppen und eigenthümlich gebautem Maule (Clnpeiden), und endlich die Sparoiden, mit rundlichen niedrigen Mahlzähnen im hinteren Theile des Maules, welche zum Kanen von Schalthieren und Crustaceen bestimmt sind. Ziemlich häufig sind anch die sogenannten Flötenmäuler oder Tabackspfeifen (Aulostomen), Fig. 742, deren Maul in einen eigenthümlichen langen Schnabel ausgezogen ist, an dessen Ende die kleine klappenartig sich schliessende Mundöffunng angebracht ist. Im Allgemeinen trägt die Fauna des Monte Bolca einen dnrchans südlichen Charakter, etwa demjenigen der Südsee oder des chinesischen Meeres ähnlich; und es scheint dort eine ruhige Bucht bestanden zn haben, in welcher vielleicht durch Ausströmnng oder sonstige Bildnng vergiftender Gase, wie namentlich von Schwefelwsserstoff, eine Menge Fische ihren Tod fanden, die nachher in dem feinen Niederschlage eingebettet nnd wunderbar schön erhalten wurden. Die Fische des Monte Bolca stehen bis jetzt einzig da; noch keine einzige der dort anfgefundenen Species ist anderswo entdeckt worden; der Charakter der Pflanzen lässt indess die dortigen Schiefer in Parallele mit dem Nummulitengesteine bringen. Die hier abgebildeten Species Fig. 741 bis 744 (a. f. S.) sollen besonders dazu

Fig. 741.



Rhombus minimus. Vom Monte Bolca.

dienen, die südliche Form der Fische dieser Localität zu veranschaulichen; die analogen Arten leben in den tropischen Meeren;

einzelne Arten besonders hervorzuheben, erscheint bei der Beschränkung des Fundortes unnöthig.

In den schwarzen Dachschiefern von Glaris, die eine grosse Menge §. 806.

Fig. 742.



Aulostoma bolcense.

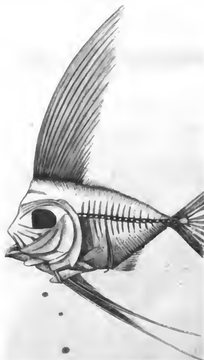
Fig. 743.



Platax altissimus. Vom Monte Bolca.

von fossilen Fischen enthalten, finden sich mehrere eigenthümliche Geschlechter, von denen wir hier nur die Paläorhynchen erwähnen wol-

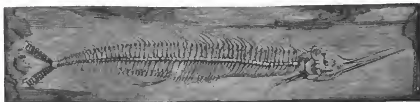
Fig. 744.



Semiophorus velicans.

len, Fig. 745. Es sind dies lange, gestreckte Fische aus der Familie der Scomberoiden (Thunfische), die einen langen, dünnen Schnabel besitzen, dessen beide Kieferhälften von gleicher Länge sind. Der übrige Kopf ist klein; die Rückenflosse geht vom Nacken bis zum Schwanze,

Fig. 745.



Palaeorhynchum latum. Aus den Schiefern von Glaris.

die Schwanzflosse ist tief getheilt; die Bauchflossen liegen an der Kehle. Es giebt mehre Arten dieses sonderbaren Fischgeschlechts in Glaris.

Eine bekannte Localität für fossile Fische sind auch noch die jüngeren Tertiärschiefer von Aix in der Provence, in welchen sich die Abdrücke eines kleinen Fisches in Unzahl finden, welcher der Gattung *Lebias* und der Familie der Zahnkarpfen angehört, welche heut zu Tage nur noch in südlichen Gegenden repräsentirt ist (Fig. 746).

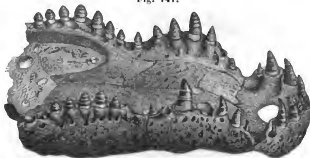
Fig. 746.



Lebias cephalotes. Von Aix.

Die **Reptilien** der tertiären Periode stehen denjenigen der heutigen Welt ungemein nahe. Man findet Crocodile, Fig. 747, Eidechsen, Schlan- §. 807.

Fig. 747.

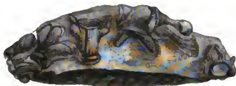


Vorderer Theil des Oberkiefers eines Alligators. Von der Insel Wight.

gen, Fig. 748 (a. f. S.), Schildkröten, froschartige Thiere, die alle mehr oder minder den bekannten Typen sich anschliessen. Unter den frosch-

artigen Thieren verdient besonders der von **Scheuchzer** als verstei-

Fig. 748.



Palaeophis toliapicus.

Einige Rückenwirbel einer Schlange aus dem Londonthone der Insel Sheppey.

nerter Mensch bezeichnete Riesensalamander von Oeningen, Fig. 749, und 750, besondere Auszeichnung; — ein mehr als 3 Fuss langes Thier,

Fig. 749.



Kopf und vorderer Theil der Halswirbelsäule vom Oeninger Riesensalamander (*Andrias Scheuchzeri*).

welches den salamanderartigen Thieren mit bleibenden Kiemen in seiner Knochenstructur sich nähert. Die grossen Augenhöhlen, das weite, im Bogen den ganzen Kopf umfassende, mit vielen kleinen, spitzen Zähnen

besetzte Maul lassen sogleich den Salamander in ihm erkennen. Die Füsse dieser Thiere waren sehr klein, der Schwanz breit zu einer Ruderflosse zusammengedrückt; die Rippen sehr unbedeutend.

Fig. 750.

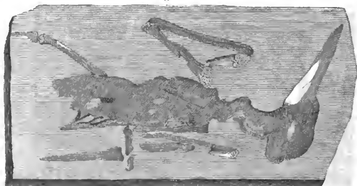


Platte mit einem Abdrucke von *Andrias Scheuchzeri*. Kopf, Vorderfüsse und Rückenwirbelsäule sind erhalten.

Der Abdruck eines noch unbestimmten Vogels von Montmartre §. 808.

zeigt, dass auch diese Classe in den Tertiärschichten reichlich vertreten war (Fig. 751).

Fig. 751.



Platte mit einem Abdrucke, der dem Eisvogel (*Alcedo*) nahe kommt.

§. 809. Da mit Ausnahme der wenigen Reste, welche man in älteren Schichten entdeckt hat, Säugethierüberreste in grösseren Mengen und bedeutender Entwickelung nur in Tertiärschichten bis jetzt gefunden worden sind, so erlangt die Betrachtung dieser Classe bei den Tertiärgebilden ein ganz besonderes Interesse. Wir betrachten zuerst hier die hauptsächlichsten Formen, um dann später auf die Ausbildung derselben in den verschiedenen Epochen der Tertiärzeit einzugehen.

Die Beutelthiere und die noch tiefer stehenden Cloakenthiere bilden die niedrigste Stufe der Säugethiere und sind in der Jetztwelt hauptsächlich auf Neuholland, die Sundainseln und das tropische Amerika beschränkt. Im Ganzen zeigten dieselben eine ähnliche Verbreitung in der Tertiärzeit, indem man in Neuholland und Neusüdwales schon eine ziemliche Menge von Arten nagender, früchtefressender und fleischfressender Beutelthiere gefunden hat. Eine Ausnahme hiervon machen die Beutelratten (*Didelphys*), welche auch jetzt am weitesten gegen Norden hin gehen und namentlich in den südlichen Staaten der amerikanischen Union verbreitet sind. Cuvier schon fand das fast vollständige Skelett einer Beutelratte in dem Gypse von Montmartre und seit dieser Zeit sind an mehren Orten Kieferfragmente solcher Thiere nachgewiesen worden. Besonders deutlich ist die Versteinerung von Montmartre charakterisirt, da Cuvier dort die beiden Beutelknochen bloslegen konnte, welche bei allen Thieren dieser Unterclasse auf den Schambeinen aufsitzen und einen ihrer wesentlichsten Charaktere bilden.

§. 810. Unter den gewöhnlichen Säugethieren bildet die Ordnung der Walthiere (*Cetacea*) wohl die unterste Stufe. Ausser den Ueberresten

gewöhnlicher Walfische und pflanzenfressender Cetaceen, welche man in verschiedenen Schichten, besonders von den mittleren Tertiärgebilden an gefunden hat, wurde besonderes Interesse durch die Entdeckung von Ueberresten höchst eigenthümlicher Art erregt, welche eine Zwischenstellung zwischen den Walthieren einerseits und den Robben andererseits einnehmen.

Die Unterordnung der Doppelzähner (*Zeuglodonta*), Fig. 752 und 753, wird bis jetzt, ausser einigen zweifelhaften Arten, nur durch ein riesenmässiges fossiles Thier vertreten, dessen einzeln gefundene Zähne man anfangs zwar für Zähne einer riesenmässigen Eidechse hielt, die später aber als Säugethierzähne erkannt wurden, was sich durch die Entdeckung des fast vollständigen Skelettes in Alabama bestätigte. Die Wirbel dieses Skelettes, das wohl eine Länge von 50 Fuss erreichen mag, sowie der ganze Schädel mit der eigenthümlichen Bildung der Felsenbeine und der Gesichtsknochen tragen vollständig den Charakter der ächten Walthiere, während die Bezahnung namentlich einen Uebergang zu den fleischfressenden Robben macht. Der Schädel ist sehr lang und hinter den Stirnbeinen eingeschnürt, das Hinterhaupt senkrecht abgeschnitten, die Stirnbeine sehr breit hinter und über den Augenhöhlen; das Gesicht

Fig. 752.

Restauration von *Zeuglodon macrospondylus.*

Fig. 753.



Kopf und Unterkiefer von der Seite.

schmal, verlängert; die Nasenbeine länglich und die Oeffungen dazwischen ganz normal nnd nicht wie bei den Walthieren gebildet; die Zwischenkiefer dünn und lang, der Unterkiefer demjenigen der Pottfische ähnlich. Die Backenzähne sind zweiwurzelig und die scharfen Kronen in der Mitte von beiden Seiten her durch verticale Furchen so eingeschnürt, dass es fast aussieht, als wäre jeder Zahn ans zwei Zähnen zusammengesetzt, die an der Basis der Krone durch eine schmale Brücke mit einander verbunden wären. Vor ihnen stehen hakenförmige, einwurzelige Fangzähne. Die vorderen Extremitäten des Thieres waren flossenförmig, während die hinteren vielleicht fehlen, so dass es sich also auch hierdurch den Walen anschliesst, von denen es sich indess durch die Bildung der Zähne und Nasenlöcher hinreichend nnterscheidet. *Zeuglodon* (*Basilosaurus*, *Hydrarchos*).

§. 811. Die Ordnung der Dickhäuter (*Pachydermata*) ist ohne Zweifel die bedeutendste für das Studium der fossilen Säugethiere überhanpt, da sie ohne Zweifel gewissermaassen den Mutterboden bildet, von welchem aus eine Menge von Formen sich erheben, welche hente als durchaus geschieden sich zeigen. So mögen namentlich einige amerikanische ältere Typen zu den Edentaten, andere zu den Cetaceen hinüberleiten, während jetzt schon die Uebergangsformen zu den Einhufern einerseits, wie zu den Wiederkäuern andererseits so häufig sind und eine so ununterbrochene Kette darstellen, dass vom rein paläontologischen Gesichtspunkte aus eine Trennnng dieser, in der Jetztwelt so scharf geschiedenen Typen durchans nnmöglich ist. In gleicher Weise schliessen sich die Rüsselthiere (*Proboscidea*), die von manchen Forschern als eine eigene Ordnung angesehen werden, eng an die Dickhäuter an.

Von Anfang an lassen sich unter diesen letzteren zwei Reihen erkennen, die man nach den Füssen und der Anordnung der Zehen trennen kann. Die eine Reihe bildet die Ungleichzeher (*Perissodactyla*), bei welchen der Mittelfinger stets vorwiegt und die Mitte des Fusses bildet, die Zehenzahl unpaar oder, wenn gleichzahlig, doch eine Zehe nur rudimentär ist, 1, 3, 5, selten 4; zu ihnen gehören die Familien der Tapire, der Paläotherien, der Nashörner nnd die hente entfernter stehenden Ordnnngen der Einhufer und der Rüsselthiere. Die andere Reihe wird von den Gleichzehern (*Artiodactyla*) gebildet, bei welchen die Zehenzahl stets paarig und nie ein überwiegender Mittelfinger vorhanden ist; es gehören dahin die Familien der Flusspferde, der eigentlichen Schweine, der Anoplotherien und als Abzweigung derselben die Ordnung der Wiederkäuer. Beide Reihen scheinen schon mit den ältesten Tertiärgebilden anfzutreten, wenngleich bis jetzt im plastischen Thone nur ein Vertreter der Tapire (*Coryphodon*) gefunden wurde.

Die Tapire (*Tapiroidea*) haben vorn drei oder vier, hinten drei §. 807.
Zehen, wohl ausgebildete Eckzähne und Backenzähne mit queren, sehr wohl geschiedenen Hügeln oder Jochen, die besonders im Unterkiefer deutlich sind. Sie beginnen in den ältesten Schichten mit der zahlreichen Gattung *Lophiodon*, die oben und unten sechs Backenzähne auf jeder Seite

Fig. 754.

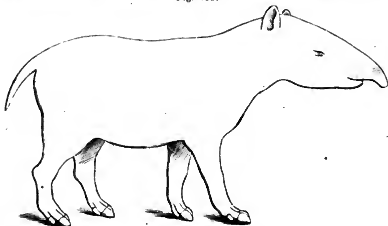


Unterkiefer von *Lophiodon parisiense*. Aus dem Grobkalk von Nanterre. $^1/_4$ Grösse.

und grosse Eckzähne hat. Die grösste Art hatte etwa das Maass eines Nashornes. Wir bilden hier den Unterkiefer einer Art aus dem Pariser Grobkalk ab.

Die Paläotheriden haben dreizehige Füsse, Eckzähne und die §. 813.
Backenzähne des Unterkiefers mit zwei hinter einander gelegenen Halb-

Fig. 755.



Umriss des *Palaeotherium magnum*. Aus den Gypsbrüchen von Montmartre nach der Restauration von Cuvier.

monden gebildet, deren Convexität nach Aussen gerichtet ist. Sie treten erst mit dem Gypse von Montmartre und den entsprechenden Schichten auf. Die typische Gattung *Palaeotherium* zählt viele Arten; mit

den Tapiren kommen sie durch ihre erhabenen, abstehenden Nasenbeine überein, welche auf die Existenz eines kurzen, beweglichen Rüssels schliessen lassen, sowie durch ihre Schneide- und Eckzähne und ihre gesammte Körperform, während die Backenzähne mehr dem Typus des Nashorns sich nähern. Sie hatten vierundvierzig Zähne im Ganzen; nämlich in jeder Kieferhälfte, oben wie unten, drei Schneidezähne, einen Eckzahn und sieben Backenzähne. Die Schneidezähne sind meist abgenutzt, keilförmig, oben platt; die Eckzähne lang, zugespitzt, gebogen; die oberen Backenzähne sind viereckig, die unteren schmal, aus zwei halbmondförmigen Prismen zusammengesetzt. Vorder- und Hinterfüsse hatten drei, fast gleichlange Zehen; der Schwanz war kurz; die Augenhöhlen klein, kaum von der Schläfengrube geschieden; das Hinterhaupt stark nach hinten vorstehend.

Je nach der verschiedenen Grösse der Reste hat man mehre Arten unterschieden. Das grösste Paläotherium war etwa so hoch wie ein starkes Pferd, aber mit massiveren Formen; das kleinste hatte etwa die Grösse eines Hasen.

§. 814. Die Nashörner (*Rhinoceroidea*) haben bekanntlich schwere massive Formen, dicke Haut, meist ein oder zwei Hörner auf der Nase

Fig. 756.



Schädel von *Rhinoceros* (*Aceratherium*) *incisivum* von Eppelsheim.

sieben Backenzähne, von denen die der Oberkinnlade zwei durch ein krummes Thal nicht ganz getrennte Joche, die unteren aber zwei halbmondförmige hinter einander gelegene Joche in Form von Halbmonden besitzen. Die Eckzähne fehlen, die Schneidezähne sind bald klein, bald gross; die Zahl der Zehen wechselt von drei zu vier. Sie treten erst in dem Miocen mit Formen auf, welche grosse Schneidezähne besitzen und von welchen die eine Form vorn und hinten, wie die übrigen Nas-

hörner, drei Zehen an den Füssen und ein Horn hat, während die älteste Form (*Aceratherium*) vorn vier Zehen und keinen Horneindruck auf der Nase besitzt. Wir bilden hier einen bei Eppelsheim gefundenen Schädel ab.

Die Rüsselthiere (*Proboscidea*), die in der heutigen Schöpfung nur durch die Elephanten repräsentirt sind, unterscheiden sich durch die zu einer Säule verbundenen fünfzehigen Füsse, den Rüssel, die grossen zusammengesetzten Backenzähne, welche eine entfernte Aehnlichkeit mit den Backenzähnen des Ebers vom Cap besitzen. §. 815.

Den Elephanten nahe stehen die Mastodonten, ein durchaus ausgestorbenes Geschlecht, das ebenfalls den gewölbten, zelligen Schädel mit den Höhlenräumen in den Knochen, die grossen Stosszähne im Oberkiefer und wahrscheinlich auch den Rüssel besass. Die Backenzähne finden sich aber in grösserer Anzahl, von einem bis zu vieren in jeder Kieferhälfte, so dass also das Mastodon sechzehn Backenzähne besitzen konnte, während beim Elephanten die Gesammtzahl nicht über acht steigen kann. Die Krone besteht aus einer Menge von zitzenförmigen, spitzen Hügeln, die in Querreihen geordnet sind und, wenn sie sich abnutzen, rundliche oder ovale, ebenfalls quergereihte Abnutzungsflächen lassen. Die jungen Mastodonten besassen ohne Zweifel in jeder Unterkieferhälfte einen verhältnissmässig grossen, gerade nach vorn gerichteten Stosszahn, der, wie es scheint, auch bei einigen Arten im Alter blieb. Nach anderen Beobachtungen ist es wahrscheinlich, dass der rechte Stosszahn im Unterkiefer nur bei den Männchen, nicht aber bei den Weibchen blieb. Man kennt mehre gewisse und viele sehr zweifelhafte Arten des Geschlechtes (Fig. 757 und 758). Sie beginnen im Miocen und enden in Europa mit der Tertiärzeit, während sie

Fig. 757.



Backenzahn von *Mastodon australis*. Von der Seite gesehen.

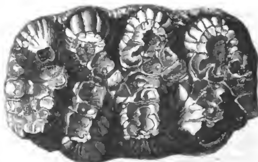
Fig. 758.



Derselbe von der Krone aus.

in Nordamerika noch in der Diluvialzeit vorkommen. Die eigentlichen Elephanten, von welchen später die Rede sein wird, kommen in Indien schon im jüngsten Miocen, in Europa erst in den obersten Tertiärschichten und im Diluvium vor.

Fig. 759.



Theilweise abgestutzter Zahn von *Mastodon angustidens*, von der Krone gesehen. *Asti.*

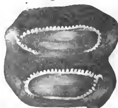
§. 816. Die Dinotherien, Fig. 760 und 761, bilden ein eigenthümliches Geschlecht fossiler Säugethiere von monströser Grösse, über deren eigentliche Stellung man lange nicht einig war, indem die Einen sie den grasfressenden Cetaceen, dem Dugong und den Seekühen, die Anderen den dickhäutigen Säugethieren nnd namentlich den Mastodonten nähern. Mit Gewissheit kanute man von diesem Thiere bis jüngst nur den ganzen Kopf, von welchem ein fast vollständiges Exemplar in dem Rheinsande bei Eppelsheim gefunden wurde. Das Hinterhaupt ist abgeplattet, die Nasenhöhlen in eine gewaltig grosse, auf der oberen Fläche befindliche Oeffnung zusammengeschmolzen; die Unteraugenhöhlenlöcher von verhältnissmässig sehr bedeutender Grösse, so dass man mit ziemlicher Sicherheit auf die Existenz eines Rüssels schliessen kann. Die Schläfengruben, in welchen die Kaumuskeln liegen, sind sehr tief, die Jochbeine schwach, die Augenhöhleu breit nach hinten geöffnet;

Fig. 760.



Kopf des *Dinotherium giganteum*, sehr stark verkleinert; von der Seite.

Fig. 761.

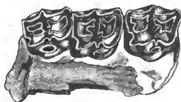


Sehr verkleinerter Backenzahn desselben Thieres von der Krone aus gesehen.

die Gelenkköpfe für den ersten Nackenwirbel stehen horizontal nach hinten hinaus. Im Oberkiefer sowohl als im Unterkiefer finden sich jederseits fünf Backenzähne, so dass demnach das Thier zwanzig Backenzähne besass, die dadurch ausgezeichnet sind, dass ihre Kronen zwei (nur der mittlere Backenzahn drei) schneidende Querrücken besitzen, deren Schneiden gekerbt sind und die beim Schliessen des Mundes in einander greifen. Am merkwürdigsten verhält sich der Unterkiefer. Dieser ist nämlich nach unten gekrümmt und enthält in seinem vorderen Ende zwei gewaltige, säbelförmig nach unten gebogene Stosszähne. Die Backenzähne des Dinotheriums gleichen am meisten denen des Tapirs, und Cuvier, der anfangs nur diese Zähne kannte, schrieb sie ohne Bedenken einem riesigen Tapir zu; indessen haben sie auch Aehnlichkeit mit denen des Lamantins. Der horizontale Gelenkkopf des Hinterhauptes scheint für ein Wasserthier zu sprechen, während andererseits die Aehnlichkeit der Zähne mit denen des Tapirs, sowie das Verhalten der Stosszähne beim Mastodon, die ebenfalls im Unterkiefer sitzen und gerade nach vorn gerichtet sind, das Dinotherium in die Nähe dieser Pachydermen zu stellen scheint. Die streitige Frage wurde durch das Auffinden der Elephanten-ähnlichen Extremitätenknochen in Pikermi entschieden, wo eine von der Eppelsheimer abweichende Art häufig vorkommt.

Die Einhufer (*Solipeda*), die in der heutigen Schöpfung so isolirt stehen, indem nur die eine Gattung Pferd (*Equus*) ihr angehört und die sich durch die mächtige Mittelzehe, welche allein den Fuss bildet, und durch die eigenthümlichen Backenzähne unterscheidet, deren Schmelzfalten wie eine Krause gewellt sind und im Inneren des Zahnes zwei kleine Halbmonde bilden, während ein Kranz sich um den Zahn herumzieht; die Einhufer schliessen sich durch zwei Gattungen *Anchitherium* und *Hipparion*, deren Zahnbildung verschieden ist, an die Paläotherien an. Es haben nämlich diese Gattungen die ebenso bedeutende Mittelzehe, wie die Pferde und treten auch allein mit dem Hufe derselben auf; ausserdem besitzen sie aber zwei weniger ausgebildete Seitenzehen, die den Boden nicht erreichen. Beide Gattungen treten, die erstere im obersten Eocen, die letztere im Miocen auf, während eigentliche Pferde erst im Pliocen erscheinen. §. 817.

Fig. 762.

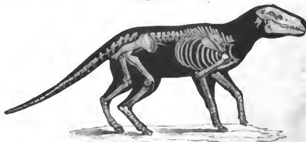


Drei Backenzähne des Oberkiefers von *Hipparion prostylum* aus dem Pliocen von Cucuron. Nat. Gr. Von der Kaufläche aus gesehen.

§. 818. In der grossen Gruppe der Gleichzeher, deren Fuss stets wie in zwei gleiche Theile sich theilt, ist die Familie der Anoplotheroiden in ähnlicher Weise eine Stammgruppe, wie diejenige der Paläotheriden in der Gruppe der Ungleichzeher. Sie beginnt schon in der alten Fauna des Grobkalkes und zeichnet sich vor anderen allgemein durch die Eigenthümlichkeit ihres Zahnsystems aus, in welchem keine vorstehenden Eckzähne sich finden, sondern alle Zähne neben einander ohne Zwischenraum und mit den Kronen auf gleicher Höhe stehen — eine Eigenthümlichkeit, welche in der jetzigen Schöpfung nur der Mensch besitzt. Durch die Structur der Backenzähne und der Füsse bildet die Familie eine ununterbrochene Reihe zu den Wiederkäuern.

Mit den Paläotherien kommt an denselben Fundorten die typische Gattung der Anoplotherien, Fig. 763, vor, welche leichte, gefällige

Fig. 763.



Restauration von *Anoplotherium commune*. Aus dem Gypse von Montmartre.

Formen und ebenso viel Zähne wie die Paläotherien besassen, aber mit dem Unterschiede, dass nirgends eine Zahnlücke vorhanden war, sondern alle eine ununterbrochene Reihe, wie beim Menschen und den Affen, bildeten. Die Eckzähne sind klein, nicht vorstehend, die Backenzähne des Oberkiefers vorn zusammengedrückt, hinten quadratisch; die des Unterkiefers aus zwei halbmondförmigen Prismen gebildet. Die Füsse hatten nur zwei vollständige Zehen und bei einigen Arten, welche man auch unter dem Namen *Eurytherium* getrennt hat, eine dritte unvollständige. Der Schwanz war lang und dick, die Nasenknochen lassen weder auf einen Rüssel noch auf ein Horn schliessen.

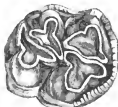
Den eigentlichen Anoplotherien stehen sehr nahe die *Xiphodon*-arten, die leichte Formen, wie ein Reh oder eine Gazelle, zweizehige Füsse, etwas abweichend gebaute Zähne und einen kurzen Schwanz hatten, sowie die *Dichobunen*, welche die Grösse des Hasen und wie dieser lange Hinterfüsse und kurze Vorderfüsse mit drei Zehen besassen.

§. 819. Die Familie der Schweine (*Suillida*) lässt sich unter den Gleichzehern durch die hauerartigen Eckzähne, welche durch einen Zwischen-

raum von den falschen Backenzähnen getrennt sind, und durch normale Schneidezähne unterscheiden. Sie tritt schon im Londonthon, in den Bohnerzen und im Grobkalke durch eine Gattung, *Hyracotherium*, auf, deren Grösse etwa die des Klippschiefers (*Hyrax*) war und die sich durch sehr grosse Augenhöhlen auszeichnete, ist dann im Gyps von Montmartre neben anderen noch durch die Gattung *Chaeropotamus* vertreten, deren Zahnsystem etwa zwischen demjenigen der Pekaris und der Flusspferde mitten inne steht, und zeigt dann in den miocenen Schichten die charakteristische Gattung *Anthracotherium*, die wie die vorhergehende Gattung oben und unten jederseits sieben Backenzähne besitzt, welche von den starken Eckzähnen durch eine nur kurze Barre getrennt sind. Die unteren Schneidezähne sind gross und gerade nach vorn gestreckt; die unteren Backenzähne zeigen zahlreiche, stumpfkegelförmige Höcker, die oberen etwas gekrümmte Längshügel, welche durch eine seichte Furche getrennt sind. — Eigentliche Schweine finden sich schon vom mittleren Miocen an.

Die Flusspferde, welche wohl die plumpsten aller Dickhäuter sind, haben häufig Reste in den oberen Schichten hinterlassen, die sich durch die kegelförmigen, wagerechten Schneidezähne, die säbelförmigen Eckzähne und die fast viereckigen Backenzähne unterscheiden, die mit doppelten in Längsreihen gestellten dreiseitigen Kegelhöckern versehen sind, welche bei der Abnutzung kleeblattähnliche Zeichnungen bilden. Die in den Sivalikbergen gefundenen Flusspferde haben sechs Schneidezähne statt vier, wie die gewöhnlichen Flusspferde, die erst im Pliocen auftreten. §. 820.

Fig. 764.

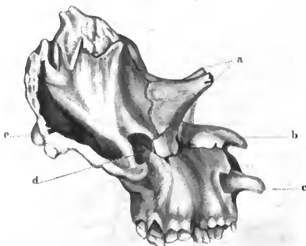


Letzter Backenzahn des Oberkiefers von *Hippopotamus major* vom Val d'Arno, von der Kaufläche aus gesehen. Natürliche Grösse.

Die Ordnung der Wiederkäuer, welche erst in den späteren Tertiärschichten zahlreich vertreten ist, zeichnet sich neben der eigenthümlichen Bildung ihres Magens auch durch die Anordnung ihrer Zähne aus, indem in dem Zwischenkiefer die Schneidezähne fehlen und durch einen harten schwieligen Wulst ersetzt sind, gegen welchen 6 bis 8 lange, meisselartig schief nach aussen gerichtete Schneidezähne des Unterkiefers wirken. Diese sind durch eine lange Zahnlücke von den prismatischen Backenzähnen getrennt, welche stets eine quere Kaufläche mit zwei Paaren halbmondförmiger Schmelzfalten zeigen, die der Länge nach gestellt sind und deren Convexität im Unterkiefer nach aussen, im Oberkiefer nach innen schaut. Die Eckzähne fehlen entweder oder sind sehr klein. §. 821.

Die Familie der **Kameele** findet sich zuerst in den Sivalikbergen durch ächte Kameele, in Amerika durch Lamas vertreten; diejenige der **Giraffen** in Pikermi durch eine massive Form, *Helladotherium* und eigentliche Giraffen. Zu derselben Familie gehört wohl das **Sivatherium**, Fig. 765, zur Tertiärzeit ein Bewohner der Vorgebirge des

Fig. 765.



Kopf des *Sivatherium giganteum*. Von der Seite. *a* Stirnhörner. *b* Nasenbeine. *c* Zwischenkiefer. *d* Augenhöhle. *e* Hinterhauptsgelenk.

Himalaya. Es war offenbar ein wiederkäuendes Thier. Der Kopf, den man bis jetzt einzig kennt, hat die Grösse eines Elephantenkopfes, und wie bei diesem ist das Knochengewebe der Stirn und des Hinterkopfes zellig aufgetrieben. Das Gesicht fällt steil ab; die Nasenknochen erheben sich bedentend, wölben sich über der Nasenhöhle und bilden eine Spitze über derselben; — eine Structur, aus welcher man auf das Vorhandensein eines Rüssels schliessen darf. Auf dem hinteren Theile der Stirn stehen zwei dicke, kurze, massive Hörner; auf der Augenbrauengegend, zwischen den Augenhöhlen, zwei andere weit grössere, seitlich von einander weichende Hörner, was dem Kopfe ein höchst eigenthümliches Ansehen giebt. Die Augenhöhlen sind klein, schief und sehr tief liegend; das Hinterhaupt seitlich flügelförmig ausgebreitet. Es finden sich sechs Backenzähne, die durchaus denjenigen der Wiederkäuer gleichen.

Das Thier, dem dieser seltsame vierhörnige Kopf angehörte, hatte offenbar wenigstens die Grösse des Elephanten und massive, schwerfällige Formen.

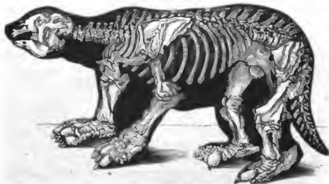
Die Familie der Hirsche zeichnet sich besonders durch die Geweihe aus, welche alljährlich sich neu aufsetzen und auf einem besonderen Knochenzapfen des Stirnbeines ruhen, der nach oben einen Kranz bildet. Doch ist auch dieser Charakter nicht constant, indem die Moschusarten, welche sich durch die grossen säbelförmigen Eckzähne des Männchens auszeichnen, keine Stirnzapfen zeigen, obgleich sie mit den Hirschen sonst auf das Engste verbunden sind, während sie andererseits durch die Bildung der Füsse den Uebergang zu den Anoplotheriden bilden. Die Familie beginnt im Miocen mit ungehörnten, dem Moschus ähnlichen Gattungen, wie *Amphitragulus*, *Dremotherium*, und gehörnten Gattungen, wie *Dorcatherium*, *Palaeomeryx* und *Cervus*, und entwickelt sich schon im oberen Miocen (Eppelsheim) ausserordentlich, um im Pliocen und den Diluvialbildungen gigantische Gestalten zu zeigen. §. 822.

Die Familie der **Hohlhörner** beginnt ebenfalls mit dem Miocen und zwar mit Antilopen, während die Ziegen, Schafe und Ochsen erst in den jüngsten Schichten und im Diluvium auftreten. §. 823.

Eine durchaus erloschene Familie der **Zahnarmen** (*Edentata*) wird von den sogenannten **Grossthieren** (*Megatherida*) gebildet, die jetzt durch eine zahlreiche Anzahl von Gattungen bekannt sind. §. 824.

Die Megatherien, Fig. 766, sind durch mehre vollständige Skelette bekannt, welche in Südamerika aufgefunden und in Madrid und London

Fig. 766.



Skelett des *Megatherium Cuvieri*. Aus dem Pampasthone.

aufgestellt wurden. Es waren gewaltige, schwerfällige Thiere, deren Kopf sehr demjenigen des Faulthieres gleicht, indem der Schädel vorn abgestutzt ist. Ihre Grösse stand zwischen derjenigen des Elephanten und des Nashorns mitten inne. Sie haben, wie alle Zahnlosen (Eden-

taten), weder Schneide- noch Eckzähne; die Backenzähne, achtzehn an der Zahl, zehn oben und acht nnten, sind prismatisch, ohne Wurzel, mit flacher, rechtwinkeliger Krone. Der Unterkiefer ist ungemein schwer und massiv; der Jochbogen hat einen grossen, absteigenden Fortsatz, um den gewaltigen Kaumuskeln mehr Raum zum Ansatze zu bieten. Die Schulter ist ungemein stark gebaut; Rabenschnabelbein und Schulterhöhe mit einander verwachsen, das Schlüsselbein sehr stark nnd dick; der Oberarm nnten angeschwollen und breit; die Unterarmknochen frei beweglich um sich selbst; die Füsse gewaltig gross, mit mächtigen Endgliedern an den Zehen, welche scheidenförmig die Basis der gewaltigen, gekrümmten Krallen umschliessen. Das Becken ist nngemein breit, flach, nnd seine Knochen ausserordentlich dick; die Gelenkhöhle gänzlich nach unten gerichtet, so dass der Oberschenkel senkrecht eingelenkt ist. Der Oberschenkel ist wohl dreimal so breit als der des Elephanten; die Unterschenkelknochen ebenso ungemein breit und kurz — der Fnss breit, tappig, mit einem grossen Nagel am Daumen bewaffnet. Der Schwanz ist ungemein stark und dick. Man glaubte früher, dass das Megatherinm einen Panzer besessen habe in ähnlicher Art, wie die Gürtelthiere; — weitere Untersuchnngen haben indess bewiesen, dass die fossilen Panzerstücke nicht ihm, sondern wirklichen gigantischen Armadillen angehörten. Das Megatherium scheint einige Aehnlichkeit in seinen änsseren Formen wie in seiner Lebensweise mit den Faulthieren gehabt zu haben; vielleicht nur mit dem Unterschiede, dass es, statt auf die Bänme zu klettern, dieselben entwurzelte, wozu ihm seine langen, scharfen Nägel, die Beweglichkeit der Hand, das ungeheure Gewicht seines Körpers und der als Stütze brauchbare Schwanz treffliche Dienste leisten mnssten.

§. 825. Die reichen Sandlager des Rio Plata bei Buenos-Ayres haben das vollständige Skelett eines sehr eigenthümlichen Thiergeschlechtes geliefert, von dem man jetzt drei Arten kennt. Die **Mylodonten** waren ebenso plumpe, unbeholfene, massive Thiere als die Megatherien, mit fünf Backenzähnen in dem Oberkiefer nnd vier in dem Unterkiefer, mithin achtzehn Zähnen im Ganzen, da ihnen Eck- nnd Schneidezähne fehlten. Die Füsse dieser Thiere sind alle gleich lang; die vorderen fünfzehig, die hinteren vierzehig; die inneren Finger sind mit grossen, scharfen, gekrümmten Krallen versehen, die beiden äusseren unbewaffnet. Der Schwanz ist kurz, aber beträchtlich breit nnd massiv. Die Zähne sind einfach, vorn mehr elliptisch, hinten breiter nnd selbst drei- nnd viereckig. Die eine Art, deren vollständiges Skelett in London sich befindet, erreicht 9 Fnss Länge (Fig. 766).

§. 826. Die in der jetzigen Schöpfung ausschliesslich auf Südamerika beschränkten **Gürtelthiere**, die eine sehr bestimmte Familie der Zahn-

armen (Edentaten) ausmachen, fehlten in der Tertiärzeit auch in Europa nicht. In Südamerika selbst waren sie durch einige gigantische

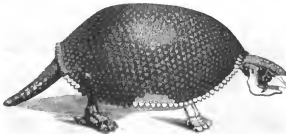
Fig. 767.



Mylodon robustus. Aus dem Pampasthone.

Geschlechter vertreten, unter welchen die Glyptodon-Arten, Fig. 768, jetzt am vollständigsten bekannt sind. Diese Thiere, deren Panzer

Fig. 768.



Glyptodon clavipes. Aus dem Pampasthone.

allein (Kopf und Schwanz ungerechnet) fast 6 Fuss Länge erreichte, hatten schwere, plumpe Füsse mit plattgedrückten, kurzen Zehengliedern, weder Schneide- noch Eckzähne (wie alle Zahnarmen), aber acht Backenzähne in jedem Kiefer, die eine sehr eigenthümliche Structur haben; ihr Panzer war aus sechseckigen Schildern zusammengesetzt. Die Panzerstücke kennt man schon seit längerer Zeit; sie waren früher dem Megatherium zugeschrieben worden.

§. 827. Die Ordnung der Raubthiere (*Carnivora*) zeichnet sich durch ihren kurzen, gedrungenen Schädel, die tiefen Schläfengruben, die hohen Schädelleisten, die breiten Jochbogen, die kleinen Schneidezähne, die meist gekrümmten, dolchartigen Eckzähne und die reissenden, mit spitzen Höckern besetzten Backenzähne besonders aus. Die Structur des ganzen Skelettes sowie der mit scharfen Krallen bewaffneten Füsse zeigen Kraft und Behendigkeit zu gleicher Zeit an, und ist im Ganzen so charakteristisch, dass das Raubthier meist an den kleinsten Fragmenten erkannt werden kann. Um so schwerer hält es oft, die Verwandtschaft der fossilen Fragmente zu bestimmen Wenn es in der Jetztwelt leicht möglich ist, die Familien der Bären durch die bedeutende Entwickelung der höckerigen Backenzähne, den rudimentären Reisszahn, den massiven Gliederbau und den Gang auf der ganzen Sohle zu unterscheiden und ihnen die entwickeltsten Fleischfresser, die Hyänen und Katzen, gegenüberzustellen; wenn man ausserdem, obgleich mit mehr Schwierigkeit, die Familien der Hunde, der Viverren und Marder von einander trennen kann, so finden sich in den tertiären Typen eine solche Menge von Uebergangsformen, dass jetzt schon eine Trennung in Familien unmöglich ist, und diejenigen Gattungen, deren ganze Schädel wenigstens mit Ober- und Untergebiss nicht vollständig bekannt sind, als zweifelhaft hinsichtlich ihrer Verwandtschaft betrachtet werden müssen. In der That beginnen die Fleischfresser, welche eine ebenso primitive Reihe bilden als die Dickhäuter, in den älteren Tertiärschichten mit kleineren Formen (die grösste Art hatte vielleicht die Grösse einer Hyäne) und mit Zwischentypen, welche man zwischen den Bären, Hunden und Viverren um so mehr umhergeworfen hat, als die Fragmente meist nur selten und unvollständig waren. Die Einreihung in Familien, die wir hier geben, ist demnach durchaus provisorisch und zweifelhaft; der Raubthier-Grundstock des Eocens ist ein gemeinschaftlicher, der sich erst vom Miocen an in schärfer charakterisirte Familien spaltet.

§. 828. Die Familie der Bären (*Ursida*), welche sich durch die fast stumpfhöckerigen Backenzähne, den rudimentären Fleischzahn, die dicken Eckzähne, die schweren massiven Formen und das Auftreten mit der ganzen Sohle auszeichnet, scheint in dem plastischen Thone durch ein vielleicht grossentheils im Wasser lebendes Raubthier mit plumpen Formen (*Arctocyon*) zu beginnen, dessen Oberkiefer einzig bekannt ist. Die Gattung *Hyaenodon* (Fig. 769), die im Pariser Gyps auftritt und im Miocen noch fortfährt, lässt so abweichenden Zahnbau erkennen, dass ihre Stellung bei den Fleischfressern noch zweifelhaft ist und viele sie für ein Beutelthier halten; die ächten Bären treten erst im Pliocen auf, nachdem im Miocen die Gattungen *Hyaenarctos*, *Amphicyon*, *Hyaenodon*, Zwischenformen geboten haben, deren Bedeutung durch den Namen angedeutet ist.

Die Familie der Hunde (*Canida*) ist durch den mit kleinem Zwickel versehenen Reisszahn, die schneidenden Lückenzähne und die stumpf- §. 829.

Fig. 769.



Unterkiefer von *Hyaenodon leptorhynchus*.
Aus dem Miocen der Auvergne. Halbe Grösse.

höckerigen Backenzähne charakterisirt. Sie soll im Pariser Gyps durch eine dem Eisfuchs sehr ähnliche Art beginnen, da man aber nur einen halben Unterkiefer kennt, so ist weitere Bestätigung abzuwarten. Auch im Miocen und Pliocen sind Reste, die den eigentlichen Hunden zugeschrieben werden, selten. Die Gattung *Cynodon*, welche im Gyps von Montmartre gefunden und von Cuvier als *Viverra* beschrieben wurde, hat die Zahl der Zähne der Hunde, aber die Gestalt der Zähne der Viverra.

Die Familie der Viverren (*Viverrida*) hat einen sehr starken Zwickel an dem Reisszahn, unten nur einen, oben zwei Höckerzähne, und zeigt Uebergänge einestheils zu den Bären, anderntheils zu den Katzen. Sie beginnt vielleicht (denn die Stellung der Gattung ist zweifelhaft) im plastischen Thon mit der Gattung *Palaeonictis*, welche die Grösse einer Hyäne besass, entwickelt sich aber bedeutend im Miocen, wo neben ausgestorbenen Gattungen auch ächte Viverren sich finden. §. 830.

Die drei folgenden Familien, welche zu den blutdürstigsten Raubthieren gehören und alle im Oberkiefer nur einen kleinen Höckerzahn und am sehr entwickelten Reisszahn einen kleinen Zwickel besitzen, entwickeln sich erst von dem Miocen an. §. 831.

Die Familie der Marder (*Vermiformes*) begreift kleine Raubthiere mit meist schlankem, langgestrecktem Körper, hat im Unterkiefer ebenfalls noch einen kleinen Höckerzahn, während der im Oberkiefer grösser ist. Im Miocen erscheinen neben ausgestorbenen Gattungen eigentliche Marder, Ottern (*Lutra*). Eine den Mardern ähnliche Gattung (*Potamotherium*) (S. folg. S.) leitet durch die Existenz zweier Höckerzähne im Oberkiefer zu den Viverriden.

Zu den grossen Fleischfressern gehören die Hyänen, ohne Höckerzahn im Unterkiefer, mit grossen Reisszähnen, von denen nur die des Oberkiefers einen kleinen Zwickel haben, starken Eckzähnen, aber ohne rückziebbare Krallen. Sie treten im Miocen auf.

§. 832. Die Katzen sind ohne allen Zweifel unter den Fleischfressern diejenige Familie, welche vor anderen zu exclusiver Fleischnahrnng bestimmt ist. Die Schnauze ist kurz, gedrungen; der Kiefer kurz, kräftig; die Kopfleisten zum Ansatz der Beissmuskeln ungemein entwickelt; die Klauen in eigenen Scheiden zurückziehbar, so dass ihre Schärfe beim Gehen nicht abgenutzt wird. Die Eckzähne sind scharf, messerartig; die Reisszähne sehr gross, die Höckerzähne des Oberkiefers rudimentär und die wenigen Backenzähne (zwei in jeder Kieferhälfte) ungemein scharf und durchaus nicht zum Kauen geeignet. Die Glieder sind schlank und kräftig zugleich und der ganze Organismus im höchsten Grade vortheilhaft zum Raube eingerichtet. Sie treten erst im

Fig. 770.



Oberkiefer von *Potamotherium Vallotoni* aus dem Miocen der Auvergne.
a Wurzelloch des zweiten sehr rudimentären Höckerzahns. — Natürliche Grösse, von der Kaufläche aus.

Fig. 771.



Felis (Machairodus) Smilodon. Aus Brasilien.

Miocen auf und zwar findet sich hier neben eigentlichen Katzen die noch stärker bewaffnete, jetzt ausgestorbene Gattung *Machairodus*, bei welcher die platten, dolchförmigen, gekrümmten Eckzähne eine ungeheure Länge erreichen, so dass das Unterkiefergelenk kaum Spielraum genug hat, um das Maul so zu öffnen, dass die Zähne nicht über die Unterkiefer weggreifen.

Die Flossenfüsser (*Pinnipedia*) sind wahre, aber zum Aufenthalte §. 833.
im Wasser organisirte Fleischfresser, mit zu Rudern umgestalteten Füssen. Erst von den miocenen Schichten an findet man ächte Seehunde (*Phoca*) und vielleicht auch Walrosse (*Trichecus*).

Ueberreste von Nagern finden sich in fast allen Tertiärschichten. §. 834.
Es zeichnen sich diese Thiere bekanntlich durch den cylindrischen, gegen die Schnauze zugespitzten Schädel aus, der vorn mit zwei langen, nach aussen gekrümmten, meisselartigen Schneidezähnen in jeder Kinnlade bewaffnet ist. Die nicht sehr harte Substanz dieser Zähne ist auf ihrer Aussenfläche und nur auf dieser mit ausserordentlich fester, oft gelblich gefärbter Schmelzlage überzogen, so dass die hintere Fläche durch das Nagen bei Weitem stärker abgenutzt wird und hierdurch den Zähnen, welche aus dem Kiefer heraus beständig nachwachsen, eine meisselartige Zuschärfung stets erhalten bleibt. Hinter diesen ausserordentlich charakteristischen Schneidezähnen stehen weder Eck- noch Lückenzähne, sondern es folgt eine lange Zahnlücke und dann die dichtgeschlossene Reihe der hart an einander gedrängten Backenzähne, welche ebenfalls in ihrer Structur viel Eigenthümliches besitzen. Diese Backenzähne, deren Zahl nie über sechs ansteigt und nicht unter zwei herabsinkt, haben eine prismatische Gestalt und ermangeln meist einer eigentlichen Wurzel. Bei manchen Gattungen bilden sie nur einen einfachen Schmelzcylinder, dessen Inhalt mit Zahnsubstanz erfüllt ist, bei anderen bildet der Schmelz einfache Falten nach innen, die stets in die Quere gerichtet sind und so harte Rippen darstellen, die bei der vor- und rückwärtsgehenden Bewegung der Kiefer, beim Nagen, zum Zermalmen der festeren Futtergegenstände sehr förderlich sind. Zuweilen werden diese Schmelzfalten äusserst complicirt und ausser der vielfach gewundenen äusseren Schmelzlage sieht man dann noch innerlich auf der abgenutzten Mahlfläche, die stets horizontal ist, einzelne abgesonderte Schmelzinseln stehen. Sie beginnen mit Eichhörnchen und Siebenschläfern im Pariser Gypse; zeigen viele ausgestorbene Gattungen, neben Springhasen (*Dipus*), Pfeifhasen (*Lagomys*), Mäusen (*Mus*) und Hasen (*Lepus*) im Miocen.

Die Insektenfresser, welche trotz ihrer Bezahnung, die aus spitz- §. 835.
höckerigen Backenzähnen, scharfen, oft mit den Backenzähnen sehr ähn-

lichen Eckzähnen und oft abnormen Schneidezähnen besteht, dennoch die grösste Verwandtschaft im Baue mit den Nagern zeigen, erscheinen erst im Miocen mit Igeln (*Erinaceus*, *Echinogale*), Kletterigeln (*Oxygomphius*), Spitzmäusen (*Sorex*, *Plesiosorex*, *Mygale*) und Maulwürfen (*Talpa*, *Dimylus*, *Geotrypus* etc.)

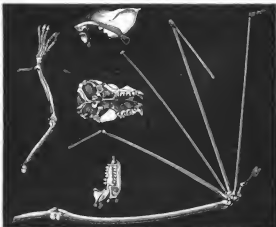
Fig. 772.



Unterkiefer von *Plesiosorex soricinoides*.
Aus dem Miocen der Auvergne.
Doppelte Grösse.

§. 836. Die Fledermäuse (*Chiroptera*) zeichnen sich durch die ungleiche Entwickelung ihrer Extremitäten aus. Die Schlüsselbeine und Schulterblätter sind bedeutend gross und kräftig entwickelt, der Oberarm nur kurz, der Unterarm schon bedeutend länger, und die beiden Knochen, die ihn bilden, vollkommen beweglich und getrennt. Die Handwurzel besteht nur aus einigen kleinen Knöchelchen, ebenso die Mittelhand, auf welche dann die Finger folgen; der Daumen ist nur klein, frei, und sein Endglied mit einem scharfen krummen Nagel, mit einer Hakenkralle bewaffnet, an der sie sich aufhängen können. Die Knochen der übrigen vier Finger sind ausserordentlich verlängert, dünn, das letzte Glied vollkommen nagellos; sie dienen zum Spannen der Flughaut,

Fig. 773.



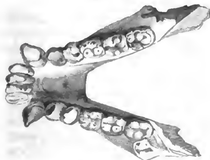
Vespertilio parisiensis. Aus dem Gypse von Montmartre.

welche bei allen diesen Thieren sehr dünn, fast durchsichtig und mit wenigen schwärzlichen Haaren besetzt ist. Die Hinterfüsse sind ge-

wöhnlich sehr klein, aber kräftig, wohl ausgebildet, fünfzehig und mit scharfen Hakenkrallen bewaffnet, der Schwanz kurz und fehlt oft gänzlich. Wir geben hier die Abbildung einer Platte von Montmartre, auf welcher man den Schädel von unten, das Brustbein und den Unterkiefer von der Seite und die beiden Extremitäten sieht.

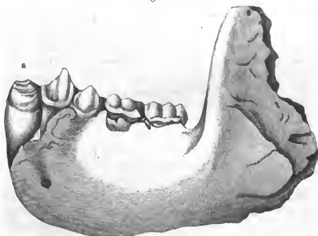
Ueberreste von **Affen**, deren Existenz im fossilen Zustande man §. 837.
früher läugnete, sind jetzt an mehren Orten in der alten und neuen Welt, nnd zwar in ersterer zum Theil in Breitengraden nachgewiesen worden, in welchen sie jetzt nicht mehr vorkommen. Merkwürdiger Weise gehören die fossilen Affen denselben Ordnungen an, in welche die jetzt lebenden Affen nach ihrer Herkunft sich theilen; nämlich diejenigen der alten Welt mit 32 Zähnen, erhabenen Nasenlöchern und dünner Nasenscheidewand, und diejenigen der neuen Welt mit 36 Zähnen, platter Nase und breiter Nasenscheidewand.

Fig. 774.



Fossiler Unterkiefer eines Affen (*Pliopithecus antiquus*). Von Sansans.

Fig. 775.



Unterkiefer von *Dryopithecus Fontani*. Von St. Gaudens: *a* Zerbrochener Eckzahn. Natürliche Grösse.

Die Affen unterscheiden sich durch ihre Knochenreste und ihren Zahnbau leicht von allen anderen Thieren, sobald die Reste vollständig sind. Die Zähne stehen in einer Reihe dicht neben einander fast ohne Lücke, wie beim Menschen; die Schneidezähne sind meisselartig schneidend; die Eckzähne konisch, wenig über die anderen erhaben; die Backenzähne mit mehren stumpfen Höckern besetzt. Einzelne Zähne, namentlich Backenzähne, können aber zu Irrthümern leicht Anlass geben, wie es sich denn herausgestellt hat, dass die von Owen unter dem Namen *Eopithecus* beschriebenen Zähne einem schweineartigen Dickhäuter, *Hyracotherium*, angehören. Wahrscheinlich gehören auch die von Rütimeyer unter dem Namen *Cocnopithecus lemuroides* beschriebenen Backenzähne aus dem Bohnerze von Egerkingen einem Dickhäuter an. Alle übrigen Affenreste stammen aus dem Miocen und jüngeren Schichten und zwar die unzweifelhaften europäischen aus Pikermi in Griechenland und Südfrankreich. Unter letzteren ist besonders eine unvollständige Kinnlade von St. Gaudens bei Sansans merkwürdig, welche einem grossen menschenähnlichen Affen (*Dryopithecus*), Fig. 775 (a. v. S.) angehört, der dem Orang und Chimpanse an Grösse nichts nachgab und durch manche Charaktere dem Menschen sich fast noch mehr näherte als diese.

Einiges über Tertiärgebilde im Allgemeinen.

§. 838. Die grosse Mannigfaltigkeit der Tertiärbildungen musste begreiflicher Weise das Verlangen erregen, dieselben unter einzelne Perioden unterzuordnen. Es ergab sich aus dem Studium dieser Ablagerungen, dass man mehrfache Perioden ihrer Bildung unterscheiden müsse, indem theils die Ueberlagerung mehrer bestimmt geschiedener Bildungen, theils die Vergleichung der darin eingeschlossenen Fossilien Anhaltspunkte gaben, wonach man die Gleichzeitigkeit der räumlich getrennten Formationen bestimmen zu können glaubte. Wir haben oben eine Tabelle gegeben, welche den jetzigen Stand unserer Forschungen in dieser Hinsicht bezeichnet. Auf derselben sind auch die älteren, noch jetzt oft in Gebrauch stehenden Bezeichnungen angegeben, welche durch Lyell besonders eingeführt wurden und wonach man die Tertiärgebilde, bald mit, bald ohne die quaternären Bildungen, in drei Gruppen zertheilte, welche man mit dem Namen eocene, miocene und pliocene Periode belegte. Das Princip dieser Eintheilung wurde namentlich in den Fossilien gesucht, und wenn auch hiergegen nichts zu erinnern wäre, so wurde doch auf der anderen Seite diese Eintheilung dadurch fehlerhaft, dass man nur das Verhältniss der Fossilien zu den jetzt lebenden Muscheln berücksichtigte. Man nahm als erwiesen an, dass in allen tertiären Ablagerungen fossile Muscheln und Schnecken vorkämen, welche mit den jetzt lebenden durchaus identisch seien, und

je nachdem man unter den Muscheln eines Beckens eine mehr oder minder grosse Zahl solcher identischer Muscheln fand, bestimmte man die Periode, welcher dasselbe angehören sollte. Die älteste oder eocene Periode, als deren Typus der Londonthon und der Pariser Grobkalk angenommen wurden, sollte drei Procent lebender Muscheln enthalten, d. h. unter hundert Species sollten sich siebenundneunzig ausgestorbene und drei lebende Species von Mollusken befinden. Als Typen der miocenen Periode galten die oberen Pariser Schichten, von dem Sandsteine von Fontainebleau an, und die Faluns der Touraine; — sie sollten 19 bis 26 Proc. lebender Muscheln enthalten. Die pliocene Periode endlich, für welche die Subapenninenformation als maassgebendes Beispiel galt, hatte als die jüngste die meisten lebenden Muscheln, nämlich 52 Procent, etwas mehr als die Hälfte der Gesammtzahl ihrer Arten. In späterer Zeit fügte man hierzu noch die pleistocene Periode, hauptsächlich die geschichteten quaternären Ablagerungen enthaltend, welche nur wenige ältere Muscheln enthalten und durch Aussterben derselben und Erscheinen anderer ganz in die neuere Zeit übergehen sollten.

Das Princip dieser Eintheilung erlitt mancherlei Anfechtung und §. 839.
Widerspruch. Abgesehen davon, dass sich für jedes Becken, ja selbst für jede durch besondere Modificationen der Küste ausgezeichnete Abtheilung eines jeden Beckens eine specielle Proportionalzahl herstellen liess, was dann die Coordination der einzelnen Schichten gänzlich verwirrte, so behaupteten auch einige Forscher von Gewicht geradezu, dass in den Tertiärgebilden keine jetzt noch lebende Muschel fossil vorkomme, sondern dass alle für identisch angesehene Arten von den lebenden specifisch verschieden seien. Sie läugneten deshalb die Aehnlichkeit der fossilen Arten mit den lebenden nicht, glaubten aber durchgreifende Unterschiede aufstellen zu können, wodurch sich solche analoge Arten als bestimmt verschieden erwiesen. Die Entscheidung zwischen so schroff hingestellten Behauptungen, die sich durchaus entgegenstehen, beruht hauptsächlich auf der Art und Weise, wie die einzelnen Forscher den Begriff der Species auffassen; indem die Einen glauben, dass die vorhandenen Verschiedenheiten in das Bereich der Modificationen fallen, welche die Species erleiden kann, während die Anderen die Gränzen dieser Modificationen enger stecken und die bemerkten Unterschiede als Art-Charaktere auffassen. Indessen gingen diejenigen Zoologen, welche, wie Agassiz, behaupteten, dass die einzelnen Tertiärgruppen durchaus scharf geschiedene Faunen hätten und dass selbst in den quaternären Schichten keine mit lebenden Muscheln identische Versteinerungen vorkämen, offenbar in ihren Behauptungen viel zu weit. Nach d'Orbigny, einem der eifrigsten Vertheidiger der für sich abgeschlossenen Faunen innerhalb der geologischen Stockwerke, finden sich zwar in den oberen Tertiärgebilden und in den quaternären

Schichten Muscheln, die mit den lebenden identisch sind (wenngleich in weit geringerer Zahl, als Lyell annahm), nicht aber in den unteren und mittleren Tertiärgebilden, und ebenso haben die einzelnen von ihm angenommenen Stockwerke einige Fossilien mit einander gemein, wenngleich in sehr geringer Proportion zu der Gesammtzahl ihrer Versteinerungen, indem von 6000 Arten, die sich in den Tertiärschichten finden, nur etwa 100 in mehren Schichtengruppen oder Stockwerken zusammengefunden werden.

§. 840. Ueberblickt man die tertiären Gebilde in ihrer Gesammtheit, so ergiebt sich demnach ein sicheres Resultat — dass unsere jetzigen Mittel noch nicht hinreichen, in ähnlicher Weise, wie für ältere Schichtengruppen, durchgreifende Trennungsperioden zu bezeichnen und so die Gleichzeitigkeit der Bildung einzelner Schichtengruppen, die nicht unmittelbar übereinander liegend gefunden worden, herzustellen. Die genauere Umgränzung der Faunen in einzelnen Landstrichen ist hier ebenfalls ein Hinderniss, indem dadurch die Arten, welche über grosse Strecken verbreitet sind, stets mehr und mehr in ihrer Anzahl reducirt werden; — so zwar, dass Tertiärmeere ohne Zusammenhang mit einander bestanden haben können, die, obgleich vollkommen gleichzeitig in ihrer Existenz und ihren Ablagerungen, dennoch nicht eine einzige Art von Versteinerungen mit einander gemein haben — ganz in derselben Weise, wie auch jetzt z. B. Ostsee und Südsee keine Muschelart mit einander gemein besitzen. Wenn nun durch diese locale Umgränzung die Faunen in der Tertiärzeit die Lösung der Frage über die Gleichzeitigkeit der Absätze verschiedenen Inhaltes schon sehr erschwert wird, so wird durch die Uebergänge einzelner Arten in mehre Stockwerke die Schwierigkeit noch vermehrt.

Schon ist es unmöglich, eine Gränze zwischen quaternären und heutigen Bildungen zu ziehen. Die Nachweisungen Lund's und Claussen's in Brasilien, Schmerling's in Belgien lassen kaum daran zweifeln, dass die ersten Menschen Zeitgenossen einer Thierschöpfung waren, zu welcher die jetzt ausgestorbenen Megatherien, Mammuthe und Mastodonten gehörten, und dass somit eine ununterbrochene Kette bis zu den ältesten Tertiärschichten hinüberleitet, wodurch die sämmtlichen Tertiärgebilde selbst mit der heutigen zu einer Periode vereinigt werden, innerhalb welcher vielfache, aber nie ganz durchgreifende Wechsel der Bevölkerung eintreten.

§. 841. Der auszeichnende Charakter der Tertiärgebilde liegt besonders in den Säugethieren, die hier zuerst massenhaft auftreten. Betrachtet man die Vertheilung der fossilen Säugethiere aus der Tertiärzeit hinsichtlich der Aufeinanderfolge der Schichten, in welchen sie sich finden, so lassen sich folgende Beziehungen herstellen.

In der ältesten Tertiärzeit, während des Absatzes des plastischen

Thones und überhaupt in den Schichten von Soissons hat man bis jetzt nur eine sehr dürftige Fauna gefunden, in welcher nur ungleichzehige Dickhänter (*Coryphodon*), den Tapiren durch ihre Zähne ähnlich, und Raubthiere repräsentirt sind, die durch ihro Bezahnung (*Arctocyon*, *Palaeonyctis*) Zwischenformen zwischen Hyänen und Hunden, Bären und Viverren darstellen. — Auf diese erste Fauna folgt eine zweite, welche in den dem Grobkalke nntergeordneten Süsswasserschichten vertreten und ebenfalls nur unvollständig gekannt, aber fast ansschliesslich von Dickhäutern gebildet ist, wovon die einen (*Lophiodon*, *Pachynolophus*) zu den nngleichzehigen, die anderen (*Dichobune*) zu den gleichzehigen gehören. Wenn die Sande von Kyson zu derselben Fauna gehören, was noch zweifelhaft ist, so finden sich in derselben auch schon Insectenfressende Fledermäuse (*Vespertilio?*), Beutelthiere (*Didelphys*). In der dritten Fauna, derjenigen des Gypses von Montmartre, der schweizerischen Bohnerze, herrschten hauptsächlich eigentliche Dickhäuter aus beiden Gruppen vor, welche sämmtlich ausgestorbenen Geschlechtern angehörten. Die Paläotherien mit ihren Verwandten *Palaplotherium* und *Anchitherium*, die Anoplotherien mit ihren Untergeschlechtern *Dichobune*, *Xiphodon*, *Adapis*, dio den Schweinen ähnlicheren *Chaeropotamus*, *Hyracotherium* haben keine lebenden Repräsentanten mehr. Dagegen findet man deren unter den Beutelthiereu, Fleischfressern, Nagern und Handflüglern jener Zeit; — einige Reste werden den Gattnngen *Didelphys*, *Canis*, *Sciurus*, *Myoxus*, *Vespertilio* zugeschrieben, obgleich anch hier viele Gattungen, wie *Tylodon*, *Hyaenodon*, *Cynodon*, gänzlich ausgestorben sind. Alle diese Thiere gehören zu den kleineren Säugethieren; das *Palaeotherium magnum*, das grösste Landsäugethier aus der Grobkalkzeit, hatte die Grösse eines Pferdes, und der grösste Fleischfresser übertraf den Wolf an Stärke nicht. Es ist demnach eine durchaus falsche Ansicht, die aus jeneu Zeiten herstammt, wo man die Tertiärgebilde noch nicht ihrem Alter nach zu ordnen wusste, wenn man behauptet, die Sängethiere hätten mit gigantischen Formen begonnen. Die Wiederkäuer nnd Einhufer, die Zahnarmen, Rüsselthiere, Affen und Insectenfresser fehlen gänzlich in den älteren Tertiärgebilden; zahlreich vertreten sind aher Mittelformen, aus welchen heraus sich die jetzt so sehr unter einander verschiedenen Formen entwickelt haben. Die typischen Fleischfresser, Katzen und Hyänen einerseits, wie ächte Bären andererseits, die Seehunde, Rüsselthiere, Nashörner, Flusspferde, Pferde sind nicht vertreten und auch die ächten Cetaceen zweifelhaft. Merkwürdig ist auch das Vorkommen solcher Ordnungen in Europa, welche jetzt daraus verschwunden sind, wie die der ächten Beutelratten (*Didelphys*), die jetzt mit allen übrigen Beutelthieren auf Australien, die Sunda-Inseln nnd Süd-Amerika eingeschränkt sind. Wenn man früher behauptete, dass Affen im Eocen vorkämen, so ist dies wieder sehr zweifelhaft geworden, indem der von Owen beschriebene

Affe von Kyson ganz gewiss, der von **Rütimeyer** angezeigte aus Egerkingen wahrscheinlich ein Dickhäuter ist.

§. 842. In den **mittleren Tertiärgebilden** werden die Typen zahreicher, die schon vorhandenen mannigfaltiger. Auch hier kann man aber wieder verschiedene Faunen unterscheiden. Die älteste mag wohl diejenige der Auvergne (Issoire), des Velay (Puy) und der unteren Süsswassermollasse der Schweiz sein, die ganz besonders durch mehre Arten von *Anthracotherium* charakterisirt ist, eine Gattung, die zu den ächten Schweinen hinüberführt. Die Insectenfresser treten hier mit vielen Gattungen auf, theils noch lebenden (*Erinaceus*, *Sorex*, *Mygale*), theils mit ausgestorbenen (*Echinogale*, *Mysarachne*, *Plesiosorex*); ächte Hunde, Viverren, sowie die katzenartigen *Machairodus* mit den ungeheuren Eckzähnen vermehren neben ausgestorbenen Gattungen die Typen der Fleischfresser; Hasen, Biber, Mäuse, Eichhörnchen die der Nager. Es kommen Nashörner, Tapire zu den noch fortdauernden Ursprungsformen der Dickhäuter; die ersten Wiederkäuer erscheinen in Gattungen (*Dremotherium*, *Amphitragulus*), welche den Moschusthieren nahe stehen. — Sehr verschieden zeigen sich die eigentlich miocenen Ablagerungen, charakterisirt durch die ersten Rüsselthiere (*Mastodon*), die abweichende Form des Dinotheriums, die pflanzenfressenden Cetaceen (*Halianassa*), die ersten Pferde (*Hipparion*), Giraffen und Affen von Sansans und St. Gaudens (*Pliopithecus*, *Dryopithecus*); Sansans zeigt einen mehr südlichen, halb afrikanischen Charakter, Weissenau und Eppelsheim einen mehr nördlichen; darüber, wahrscheinlich einer etwas jüngeren Zeit angehörig, stellen sich Pikermi in Griechenland mit mehr afrikanischen, die Sivalikhügel in Indien mit mehr asiatischen Riesenformen. In Pikermi Affen, grosse Hyänen und Katzen, Schweine, grosse Wiederkäuer wie *Helladotherium*, Giraffen, Antilopen, Zahnarme (*Ancylotherium*), das Dinotherium noch fortdauernd, Mastodonten, Nashörner, Hipparien; in den Sivalikhügeln die meisten dieser Formen oder analoge und daneben ächte Katzen, Flusspferde, Elephanten, Kameele, das riesige Sivatherium, Tapire, Moschusthiere, Schafe und Ochsen. Zu den schon erwähnten Ordnungen kommen Einhufer (*Hippotherium*) und Wiederkäuer (Moschusthiere, Hirsche und Antilopen mit der ausgestorbenen Gattung *Dorcatherium*), ferner Insectenfresser (Igel, Desman, Maulwürfe) und selbst Spuren von Zahnlosen (*Macrotherium*), die jetzt auf die tropischen Gegenden beschränkt sind; Affen finden sich noch in Frankreich, Fledermäuse überall; die Typen der Fleischfresser sind vermehrt, indem jetzt ächte Katzen, hyänenartige Thiere (*Hyaenodon*, *Harpagodon*), Viverren, Marder, Ottern auftreten. In den Kalken von Weissenau bei Mainz findet sich eine grosse Zahl kleinerer Nager — Murmelthiere, Ziesel, Biber und ausgestorbene Mäusegattungen; die Dickhäuter haben ihren Charakter geändert, indem neben einigen Pa-

läotherium-Arten und Schweinen (*Hyotherium, Sus*) Tapire, Lophiodonten Nashörner und die ausgestorbenen Gattungen Dinotherium, Mastodon und Anthracotherium auftreten. In Nordamerika finden wir Robben (*Phoca*) und Walrosse nebst dem Zeuglodon, das den Typus der Wale und Robben verbindet; in Mittel-Europa in den grossen Flussmündungen riesige Sirenen oder pflanzenfressende Wale, wie das Metaxytherium — endlich auch ächte Wale und Delphine an den Küsten.

Raubthiere, Nager, Wiederkäuer und Dickhäuter finden sich besonders in den oberen Tertiärgebilden zahlreich. Katzen, Hyänen, Hunde, Stinkthiere, Marder, Ottern, Dachse und Bären finden sich in Europa, wenn auch nicht sehr zahlreich, — dann Biber, Wühlmäuse, Stachelschweine, Hasen und Hasenmäuse; Einhufer (Pferd und Hipparion), Moschusthiere, Hirsche, Antilopen, zum ersten Male Ziegen und überhaupt nur wenig ausgestorbene Gattungen, wie *Mastodon, Machairodus, Hipparion, Galecynus, Palaeomeryx, Palaeomiphitis* etc., die den Uebergang zu den miocenen Faunen bezeichnen, während die jetzt noch lebenden Typen zur Diluvialzeit und Jetztwelt den Weg bahnen. §. 843.

Wenn die Vertheilung und Aufeinanderfolge der Säugethiere zwar schon zu bedeutenden Schlüssen über die Vertheilung der Klimate und das Verhältniss derselben zur Ausbreitung der Typen und deren Vervollkommnung berechtigt, so sind Schlüsse auf das Klima der Tertiärzeit und das Verhältniss der Formen zu denselben doch noch weit mehr berechtigt, wenn man die Pflanzen und die mit denselben verbundenen Insecten in Betrachtung zieht. Einestheils hat man hier eine weit längere Geschichte vor sich, wodurch schon an und für sich grössere Mannigfaltigkeit und Sonderung der Typen gegeben ist, andererseits sind bei den an den Boden gefesselten Pflanzen und den hinsichtlich ihrer Existenz von den einzelnen Pflanzenarten abhängigen Insecten die durch die Klimate gestellten Existenzbedingungen weit einfacher und in ihren Wirkungen durchgreifender als bei den Säugethieren oder gar den Meeresbewohnern. Wir dürfen deshalb wohl hier etwas näher auf diese Schlüsse eingehen und dieselben an einigen europäischen Beispielen zeigen, die etwa in demselben Meridian sich finden. §. 844.

Die Fische des Monte Bolca, dessen Ablagerungen unbedenklich dem Eocen zugezählt werden müssen, lassen schon, wie oben bemerkt, einen weit südlicheren, tropischen Charakter des Meeres bemerken, als das Mittelmeer jetzt besitzt. Ganz dieselbe Eigenthümlichkeit zeigt die Flora, welche in denselben Kalkschiefern begraben ist, und es herrscht hier, wie Heer bemerkt, ein indisch-australisches Gesammtansehen, bei welchem indess Indien weit über Australien vorwiegt. Die fast ausschliesslich australischen Proteaceen, die in der Kreide sehr häufig waren, sind selten geworden, dagegen lederblättrige Myrten- und San-

delbäume und langblätterige Gummibäume (*Eucalyptus*), die ebenfalls australische Typen sind, häufiger zwischen indischen Feigenbäumen und fiederblätterigen Guajak- und Seifen-, Sichel- und Flügelfruchtbäumen (*Drepanocarpus*), Cäsalpinien und anderen indischen Tropentypen vorkommen. Schlingpflanzen wie Bignonien und Jacaranden sind häufig, auch Fächerpalmen fehlen nicht. Dasselbe Bild eines indischen tropischen Urwaldes gewähren die bedeutend weiter nördlich sich findenden Thone der Alumbay auf der Insel Wight, wo ebenfalls die Gattungen *Ficus*, *Laurus*, *Acacia*, *Dryandra*, *Cassia*, *Caesalpinia* etc. sich finden.

Man kann also mit vollem Rechte behaupten, dass Meer und Land in Europa bis zur Breite von England hin in der eocenen Zeit ein tropisches Klima besassen, in welchem die in Indien einerseits und Australien andererseits noch jetzt ansässigen Typen mit einander gemischt waren.

§. 845. Für die miocene Zeit können die reichen Lager der unteren Süsswassermollasse der Schweiz (Eriz, Lausanne, Rivaz, Hohe Rhonen) als Typus dienen. Was hier zuerst gegenüber den jetzigen monotonen Wäldern unserer Zone auffällt, ist der grosse Reichthum verschiedener Arten von Waldbäumen (nahe an 200), die mit einander gemischt sind — ein Charakter, der sich nur in subtropischen und tropischen Gegenden heute findet. In diesen Wäldern spielen die Hauptrolle Cypressen (*Taxodium*), immergrüne Eichen, Lorbeerbäume, Ulmen, Ahorne, Nuss- und Kampherbäume. Eine dem japanischen Kampherbaum ähnliche Art (*Daphnogene polymorpha*) ist vielleicht der häufigste Waldbaum der Schweiz zu dieser Zeit. Feigen, Mimosen, Akazien, Seifen- und Tulpenbäume fehlten nicht. Unter mehreren Palmenarten findet sich eine Sabalart mit Fächerblättern am häufigsten — sie ist dem Palmetto der amerikanischen Swamps oder Moorgründe auffallend ähnlich. Farrenkräuter, Erlen, Weiden, Sumacharten finden sich neben neuholländischen Typen (*Hakea*, *Dryandria*), die indessen seltener werden als im Eocen; Schlingpflanzen (*Bromelia*, *Aristolochia*, *Smilax*) umweben die Bäume.

Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, dass die Flora der unteren Süsswassermollasse etwa einem Klima entsprach, welches wir jetzt um 15 bis 20 Breitengrade südlicher zu suchen haben; an dem mexikanischen Meerbusen um so mehr, als viele der Typen (*Sabal*, *Taxodium*, *Comptonia*) nur noch in Amerika gefunden werden. Das Klima war noch ein tropisches, aber der Charakter der Flora hatte sich insofern geändert, als die neuholländischen Typen mehr zurückgetreten, die amerikanischen dagegen in den Vordergrund gekommen waren.

Ein ähnliches Verhältniss lässt sich an den verschiedenen miocenen Floren nachweisen, die man bis in hohe nordische Gegenden, bis in

Island (Surturbrand) und Grönland nachgewiesen hat. Ueberall findet man amerikanische Typen — überall auch eine Zusammensetzung der Floren, welche auf 15 bis 20 Grad südlicher deutet, also auf ein wärmeres Klima. Die übrigen Landthiere, sowie die Meeresbewohner bestätigen diesen Schluss — denn auch in der Meeresmollasse finden sich zahlreiche subtropische und tropische Gattungen vertreten.

Die pliocene Periode ist durch die Ablagerungen von Oeningen, Schrotzburg etc. in der Schweiz vertreten. Die Palmen, Mimosen, Akazien, Proteaceen sind verschwunden, die immergrünen Eichen seltener, die Ahorne, Weiden- und Pappelbäume häufiger geworden. In Oeningen kommen allein 16 Ahornarten vor, von welchen eine, der dreilappige Ahorn (*Acer trilobatum*), über 7 Breitegrade von Sinigaglia bis Breslau verbreitet ist. Die immergrünen Gewächse bilden noch immer einen Haupttheil der Flora, aber diese nimmt schon mehr europäischen und Mittelmeertypus an und besitzt viele Arten, die jetztlebenden sehr ähnlich sind und mit ihnen in genetischem unmittelbaren Zusammenhang stehen. Der amerikanische Charakter, noch immer merklich, tritt nicht mehr so scharf hervor. Aus dem Zusammenliegen von verschiedenen Blüthenständen mit ausgebildeten, aber jungen Blättern, namentlich in Schrotzburg, wo man die Ablagerungen der verschiedenen Jahreszeiten genau unterscheiden kann, hat man geschlossen, dass die Schweiz damals ebenso kurze Winter hatte als jetzt Madeira. Die mittlere Jahrestemperatur war also zu Oeningen in der Pliocenzeit etwa 2 bis 3 Grade niedriger als zur Miocenzeit in Lausanne. Dasselbe Verhältniss bestätigt sich für weiter nördlich oder südlich gelegene Punkte, und man kann somit als allgemeines Resultat für die Klimate der Tertiärzeit annehmen, dass dieselben um so mehr dem tropischen sich näherten, in je frühere Zeit wir zurückgehen, und dass somit während der Tertiärzeit die Temperatur, in Europa wenigstens, allmälig sank. §. 846.

Wenn diese Temperaturabnahme in den verschiedenen Tertiärepochen bedeutend genug und allgemein in den unter europäischen Meridianen liegenden Ländern war, so muss doch immerhin bemerkt werden, dass eine ausserordentlich üppige Wald- und Sumpfvegetation während der ganzen Tertiärzeit fortdauerte, die allmälig mit Abnahme und Aenderung des Klimas ihren Charakter änderte, aber immerhin ausgiebig genug war, um noch in der jüngeren Tertiärzeit solchen ungeheuren Herden von zum Theil gigantischen Pflanzenfressern Nahrung zu gewähren, wie man sie jetzt nur im Inneren Afrikas noch stellenweise kennt. Theilweise setzten sich diese Verhältnisse noch in die spätere, sogenannte Diluvialzeit fort, wo immerhin noch Herden von Elephanten, Nashörnern etc. den europäischen Continent durchstreiften. §. 847.

§. 848. Dass die Temperaturabnahme noch rascher in der See als auf dem Festlande statthatte und namentlich in der pliocenen Zeit wesentlich schneller fortschritt, lässt sich namentlich an den verschiedenen Schichten des Crag in England nachweisen. Nordische Floren wie Faunen unterscheiden sich von südlicheren überhanpt durch die Abnahme in der Mannigfaltigkeit der Typen und die Zunahme der Individuen derselben Art. Man könnte sagen, die Menge des organischen, lebenden Stoffes sei etwa dieselbe, im Süden aber seien die Modelle, in welche er gegossen, häufiger als im Norden. Dies Gesetz bestätigt sich nun in den verschiedenen Stufen des Crag. In dem ältesten Korallencrag hat man 317, im rothen Crag 219, im jüngsten Norwichcrag nur 110 Arten fossiler Muscheln gefunden, also eine stete Abnahme. Unter diesen finden sich im Korallencrag 52 Procent, im rothen Crag 60 Procent, im Norwichcrag 89 Procent noch lebende Arten. Der Charakter der Weichthiere nähert sich also schrittweise der noch lebenden Schöpfung, aber in sehr verschiedener Art. Am meisten nähert sich der Charakter demjenigen der britischen See, die jetzt noch die Ufer bespült, denn von den eben angegebenen Procentzahlen finden sich im Korallencrag 23, im rothen Crag 30, im Norwichcrag 74 Procent von Arten, welche die britische See bewohnen. Die übrigen, nicht in der britischen See wohnenden, aber noch lebenden Arten vertheilen sich folgendermaassen. Von den im Korallencrag gefundenen leben 28 Procent in südlicheren und nur eine in nördlicheren Meeren; von den im rothen Crag lebenden 19 in südlicheren, 11 in nördlicheren Meeren; von den im Norwichcrag lebenden keine in südlicheren, 15 in nördlicheren Meeren. Der Korallencrag hat also eine entschieden südlichere Bevölkerung, als das jetzt England umspülende Meer, der rothe Crag, in welchem neben den englischen Arten nördliche und südliche sich etwa das Gleichgewicht halten, zeigt auf eine Meerestemperatur ähnlich der jetzigen; der Norwichcrag dagegen trägt ein entschieden nördlicheres Gepräge, indem von lebenden Arten nur englische und nördliche vorkommen und die südlichen gänzlich verschwunden sind.

Offenbar also griff mit der grösseren Abnahme der Temperatur eine Wanderung der nordischen Arten nach Süden hin Platz; die nordischen Arten stiessen mit denjenigen Arten des Südens, welche der grösseren Kälte Trotz bieten konnten, zusammen, verdrängten dieselben aber nach und nach und setzten sich an ihren Platz. Auf diese Weise leitete sich schon in der Tertiärzeit die Kälteperiode ein, welche, wie wir später sehen werden, in der Diluvialzeit eintrat.

§. 849. Wie über die allmälige Abnahme der Temperatur, so belehrt auch die organische Schöpfung der Tertiärzeit über die verschiedene Vertheilung von Wasser und Land während derselben. Es wurde schon

darauf aufmerksam gemacht, wie in den eocenen Gebilden noch Beutelthiere und ihnen verwandte Uebergangstypen existiren, deren Nachkommen jetzt nur noch in tropischen Gegenden und in Neuholland leben; wie in den miocenen Faunen asiatische und afrikanische Formen sich finden, und andererseits in den gleichzeitigen Ablageruugen Amerikas dieselben Gattungen (neben eigenthümlichen) sich zeigen, die auch in Europa zu Hause sind, und wie ferner auf jetzigen Inseln, wie England, dieselben Arten vorkommen, wie auf dem Festlande. So besitzt Amerika in der Tertiärzeit Hyänen, Nashörner, Kameele, Pferde, Elephanten, jetzt noch auf dem alten Continente lebende Typen, die in Amerika gänzlich ausgestorben sind, und von auf beiden Erdhälften ausgestorbenen Typen die Gattungen *Machairodus*, *Hyaenodon*, *Amphicyon*, *Anchitherium*, *Hipparion*, *Dorcatherium*, *Mastodon*, *Chaeropotamus* u. s. w. — mit anderen Worten: in der eocenen und miocenen Zeit bestand die jetzige Trennung der Continente und Erdhälften nicht und derselbe Stock von Grundformen war vorhanden, der sich nach der Trennung in jeder Localität specifisch ausbildete.

Denselben Zusammenhang zeigt die Flora. Heer sagt von den schweizerischen Mollassegebilden im Allgemeinen, indem er die ältesten Süsswassergebilde mit den jüngsten von Oeningen zusammenfasst: „Zur miocenen Zeit haben Pflanzentypen die Schweiz bewohnt, welche jetzt über alle Welttheile zerstreut sind; indessen entsprechen die meisten amerikanischen Arten; erst in zweiter Linie kommt Europa, in dritter Asien, in vierter Afrika und in fünfter Neuholland. In Europa sind es die Mittelmeerländer, in Amerika der Süden der vereinigten Staaten (Florida bis Californien), in Asien Japan, die Kaukasusländer und Kleinasien, in Afrika Madeira und die kanarischen Inseln, welche die meisten analogen Arten beherbergen. Aber auch die heisse Zone Asiens, selbst die Sunda-Inseln wie andererseits das tropische Amerika sind hier betheiligt." Mit anderen Worten heisst dies so viel, dass die Nachkommen der miocenen Flora Europas (mehr kennt man ja kaum) jetzt in der ganzen Welt zerstreut leben, dass also Verbindungen des Landes existirt haben müssen, welche später vom Meere durchbrochen wurden. Je früher diese Verbindungeu aufgehört haben, desto eigenthümlicher muss sich auch die organische Welt auf dem losgerissenen Theile entwickelt haben, und wenn wir heute sehen, dass Neuholland zur Zeit der Entdeckung nur Monotremen und Beutelthiere, also Typen besass, die vor der Tertiärzeit allein ausgebildet waren, und dass seine Flora derjenigen entspricht, die wir in der Kreideperiode in Europa sehen, so sehen wir uns zu dem Schlusse gedrängt, dass der fünfte Welttheil schon vor der Tertiärzeit von den übrigen Continenten abgetrennt und vom Meere allseitig umflossen war. Diesen Schlüssen aber genauer und ins Einzelne nachzugehen, verbietet zur Zeit noch der mangelhafte Zustand unserer Kenntnisse über andere Welttheile. Wenn es jetzt §. 850.

selbst in Europa nur theilweise möglich ist, die Gränzen der Tertiärmeere und Becken mit Sicherheit festzustellen, so ist offenbar in anderen Welttheilen unsere Kenntniss noch zu fragmentarisch, um solches zu unternehmen.

§. 851. Die jüngeren pliocenen Gebilde, wie St. Prest, Norwichcrag etc., leiten unmittelbar zu den Ablagerungen der quaternären oder Diluvialzeit hinüber und ist eine Trennung durchaus unmöglich, wie überhaupt zwischen den einzelnen Formationen. Noch unthunlicher aber ist die Abtrennung der Diluvialzeit von der jetzigen Epoche, da, wie wir später sehen werden, die jetzige Schöpfung sich von derjenigen der quaternären Bildung nur durch eine zunehmende Verarmung der Typen, nicht aber durch Neubildung unterscheidet. Wir schliessen also hier die Reihe der geologischen Formationen, indem wir die quaternären und diluvialen Bildungen mit den jetzigen zusammenfassen.

Ende des ersten Bandes



Fig. 8 (zu Seite 59).



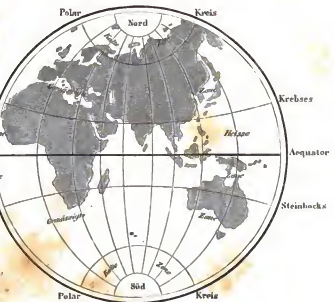




Fig. 9 (zu Seite 58).

HALBKUGEL DES FESTLANDES.

HALBKUGEL DES MEERES.

Wendekreis des Krebses

Nord Pol

Aequator

Aequator

Süd Pol

Wendekreis des Steinbocks



SYSTEMATISCHES INHALTSVERZEICHNISS

DES

ERSTEN BANDES.





